This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Meinem lieben Freunde
Professor W. Davis
zur freundlichen Erinnerung

Sarajevo 29. 7. 99.

Ballif.

WASSERBAUTEN

IN

BOSNIEN UND DER HERCEGOVINA.

I. THEIL.

MELIORATIONSARBEITEN UND CISTERNEN IM KARSTGEBIETE.

DARGESTELLT

VON

PHILIPP BALLIF,

BOSN.-HERCEG. BAURATH, RITTER DES FRANZ JOSEPH-ORDENS,
MITGLIED DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

HERAUSGEGEBEN VON DER BOSN.-HERCEG. LANDESREGIERUNG.

WIEN, 1896.

DRUCK UND VERLAG VON ADOLF HOLZHAUSEN,
K. UND K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKER.

Eng 1078.96

HARVARD COLLEGE
APR 20 1900
LIBRARY.

Prof. W. M. Davis.

INHALT.

Seite

Einleitung. Das Karstphänomen und seine hydrographischen Erscheinungen. — Polje und Blato im bosnisch-hercegovinischen Karstgebiete. — Bodenverhältnisse im Karstterrain. — Klima. — Der Wald. — Ackerbau und Wiesencultur . . . . . 1—38

Die Melioration des Livanjskopolje . . . . . 39—53

Die Melioration des Gackopolje . . . . . 54—66

Das Meliorationsproject des Mladegebietes . . . . . 67—79

Cisternen. Technische Details der Cisternenanlagen . . . . . 80—90

Schlusswort . . . . . 91—92

TAFELN.

Dem Texte beigebunden:

			Zu Seite
Tafel	I.	Reliefschnitte durch das entlang der dalmatinischen Grenze gelegene bosnisch-hercegovinische Grenzgebiet	3
„	II.	Übersichtskarte für das Livanjskopolje und das Buško blato	39
„	III.	Schnitte durch den gereinigten Kameniti ponor und den Ponor in Čaprazlije. Stauungs- und Wassermengencurven vom Ponor in Čaprazlije	42, 43
„	IV.	Wasserstandscurven vor den Ponoren im Livanjskopolje und Niederschlagsmengen	44
„	V.	Übersichtsplan des Meliorationsgebietes im südlichen Theile des Livanjskopolje	45
„	VI.	Situationsplan der Meliorationsanlage im Gackopolje und der Thalsperre bei Kline	56
„	VII.	Übersichtskarte des Mladegebietes	67
„	VIII.	Graphikon der Wasserstände im Imoskipolje, Tihaljina- und Mladefluss und der Niederschlagsmengen	68
„	IX.	Übersichtssituation für das Meliorationsgebiet in der Mladeebene und im Rastok. Übersichts-Längenprofil der Mladeregulirung	69

Am Schlusse des Werkes beigefügt:

Illustrationen.

Tafel	X.	Ponor bei Čaprazlije im Livanjskopolje. — Kameniti ponor bei Čaić im Livanjskopolje	3
„	XI.	Bunaquelle bei Blagaj. — Ärarische Weinbauschule bei Mostar	4, 35
„	XII.	Verbauung des Veliki ponor bei Ćaić. — Ärarische landwirtschaftliche Musterstation in Livno	45, 53
„	XIII.	Reservoirmauer bei Kline. — Ärarische landwirtschaftliche Musterstation in Gacko	61, 66
„	XIV.	Tihaljinaquelle. — Alte Mladebrücke bei Šiljezi	69
„	XV.	Ansicht einer Cisterne	81

Constructionspläne.

Tafel	XVI.	Verbauung der Sohlen der Zuflussgerinne beim Veliki und Opaki ponor und beim Ponor in Čaprazlije	45
„	XVII.	Theilungswerk an der Studba unterhalb der Samardžićmühle	46
„	XVIII.	Verbauung der Sohle des Zuflussgerinnes beim Kameniti ponor. — Wehr bei Avtovac	45, 59
„	XIX.	Einlass-Schleuse des Wehres bei Avtovac. — Wehranlage bei Mulje	60, 63
„	XX.	Stau- und Vertheilungsschleuse am Sperrdamme des Blatiniedes	63
„	XXI.	Reservoiranlage bei Kline: Detailsituation, Querschnitt der Reservoirmauer und Constructionsdaten. Querschnitt und Längenprofil des Hochflutgerinnes	61
„	XXII.	Reservoiranlage bei Kline: Portal des Betriebsstollens I nebst Schleusenanlage, Betriebsthurm, Centralgebäude. — Type einer Doppelschleuse	62, 63
„	XXIII.	Wirtschaftsplan für die Bewässerung des Gackopolje	60
„	XXIV.	Cisternen	83, 88, 90

Karten.

Übersichtskarte der neugebauten und reconstruirten Cisternen, Tränken und Quellenfassungen in der Hercegovina 84

Einleitung.

Unter den mannigfachen Formen, in welchen der Ingenieur die Wassercirculation in ihren schädigenden Folgen zu bekämpfen und culturellen Zwecken dienstbar zu machen hat, erregen die Meliorationsarbeiten im Karstgebiete wegen ihres exceptionellen Charakters besonderes Interesse. Dies gilt nicht allein vom technischen Standpunkte, sondern auch vom volkswirtschaftlichen, denn der Preis des gelungenen Werkes sind zumeist weit ausgedehnte und vermöge der klimatischen Verhältnisse und der Bodenbeschaffenheit sehr fruchtbare Ländereien, deren gegenwärtige wirthschaftliche Ausbeutung infolge der ungünstigen hydrographischen Verhältnisse weit unter dem Niveau der erreichbaren Bodenrente steht.

Jene eigenthümlichen geologischen Erscheinungen, die unter dem Namen des Karstphänomens bekannt und speciell in Krain, Istrien, Dalmatien und einem Theile Croatiens charakteristisch ausgebildet sind, treten auch in den an Croatien und Dalmatien angrenzenden Theilen von Bosnien und der Hercegovina vielfach auf.

Das Gebiet dieser beiden Provinzen wird durch eine in der Nähe der Dinara vom Hauptstocke der dinarischen Alpen abzweigende, die Wasserscheide zwischen der Adria und dem schwarzen Meere bildende mächtige Gebirgskette von Nordwest gegen Südost durchquert. Diese theilt das Land in zwei ungleich grosse Hälften. Ostwärts liegt der überwiegend grösste Theil Bosniens, westwärts die Hercegovina, von Bosnien nur die Bezirke Livno, Glamoč, Županjac, der Bereich der Exposituren Kupreš (im Bezirke Bugojno) und Grahovo (im Bezirke Livno).

Das Karstphänomen ist zwar zu beiden Seiten der Wasserscheide und auch auf deren Hochplateau und Kuppen verbreitet; mit seinen prägnantesten Erscheinungen macht es sich aber nur westwärts derselben, und zwar mit Ausnahme eines Theiles des Bezirkes Konjica in der ganzen Hercegovina, in den bereits vorgenannten bosnischen Bezirken und Exposituren bemerkbar.

Die auf der Wasserscheide und ostwärts derselben vorkommenden Karsterscheinungen zeigen insoferne eine mildere Form, als die thonigen und mergeligen Beimengungen des Kalkes, möglicherweise auch die klimatischen Verhältnisse die dem schroffen Karste anhaftenden, die Cultur schädigenden Erscheinungen wesentlich abschwächen, derart, dass hier die Nothwendigkeit zur Ergreifung von Schutzmassregeln nicht in dem Masse vorliegt, wie in den Territorien westwärts der Wasserscheide. Die letzteren sollen in

der Folge, der Kürze halber, als das bosnisch-hercegovinische Karstgebiet bezeichnet werden und sind der Schauplatz der zu schildernden technischen Arbeiten.

Wenn man die Aufgabe der culturellen Hebung des Karstgebietes in ihrer Totalität der Erwägung unterzieht, so ergeben sich gewisse allgemeine Kriterien, nach welchen die Nothwendigkeit und der Werth der darauf abzielenden Actionen beurtheilt werden kann. Es erscheint daher zweckmässig, vor dem Eingehen in Details die Verhältnisse im allgemeinen zu veranschaulichen, welche theils die zu bekämpfenden Übelstände verursachen, theils bestimmend für die Art der zu treffenden Sanirungsmassregeln sind.

In ersterer Beziehung fesselt unsere Aufmerksamkeit insbesonders das dem Karste eigenthümliche, dem menschlichen Wirken wenig günstige Wasserregime und die mit demselben im Zusammenhange stehende Oberflächenbildung der Karstgegenden. Obwohl die Darstellung und Ergründung dieser Erscheinungen bereits eine reiche Literatur besitzt, ist es der Vollständigkeit und der besseren Verständlichkeit halber doch nöthig, das für unsere Zwecke Wichtigste hievon hier kurz zu recapituliren. Anschliessend daran sind die Poljen und Blato, Bodenbeschaffenheit, Klima und die Agriculturverhältnisse des bosnisch-hercegovinischen Karstgebietes eingehender beschrieben.

Das Karstphänomen und seine hydrographischen Erscheinungen.

Die atmosphärischen Niederschläge verursachen in allen Theilen der Erdoberfläche gewisse Veränderungen. Wenn auch hiebei überall chemische und physikalische Einwirkungen stattfinden, so wird doch der überwiegende Theil der Veränderungen mechanisch bewirkt. Im Kalk und Dolomit spielt aber auch der physikalisch-chemische Process der Auflösung eine hervorragende Rolle. Ohne hier die mehrfach controversen Fragen über die geologischen Grundursachen, durch welche gewisse Bodengestaltungen hervorgerufen, beziehungsweise ihre Formung durch verschiedene Factoren ermöglicht werden, zu berühren, ist es sicher, dass es keine Terraintheile gibt, welche nicht von Klüften, Spalten und ähnlichen Unterbrechungen der Continuität durchzogen wären. Wenn in Kalkgebieten auf diese namentlich kohlensäurereichere Wasser eintreten, wirken sie auf die Umgebung lösend, es entstehen allerlei Hohlformen, und allmählich wird die Wasserableitung, welche sonst durch Bäche und Flüsse oberirdisch stattfindet, hauptsächlich in unterirdische Communicationen verlegt. Eine derartige Änderung des Wasserregimes prägt dem Relief einer Gegend charakteristische Eigenthümlichkeiten auf, welche unter der Bezeichnung „Karstphänomen“ zusammengefasst werden.

Die Hohlformen des Karstes sind: in der felsigen Oberfläche eingeschnittene mehr oder minder tiefe Furchen, sogenannte „Karren“, rundliche Vertiefungen oder „Dolinen“, langgedehnte, gewundene, blinde Thäler, breite und lange Wannen, „Poljen“, endlich im Innern allerlei Höhlen und Klüfte, die nicht selten unterirdische Flussläufe bergen. Von den angeführten Formen interessiren uns hier hauptsächlich die Dolinen, die Poljen — in Bosnien-Hercegovina stellenweise auch „Blato“ genannt — und die Karstthäler.

Die Dolinen lassen sich kurz als trichterförmige Einsenkungen im Fels oder in dem überlagernden Schutt charakterisiren. Gestalt, Grössenverhältnisse und Beschaffenheit derselben sind vielfach wechselnd, und gibt es in dieser Hinsicht eine ganze Reihe von Unterabtheilungen. Ihr Durchmesser variirt innerhalb der Grenzen von ca. 10—1000 *m*, ihre Tiefe zwischen ca. 2—100 *m*. Selten treten sie im Karstgebiet einzeln, gewöhnlich in grösserer Zahl auf, und sie sind es vorwiegend, welche der

RELIEFSCHNITTE

Tafel I.

durch das entlang der dalmat. Grenze gelegene bosnisch hercegovinische Karstgebiet.

Fig. 1. Schnitt über Sinjsko-, Livanjsko- und Glamočko polje.

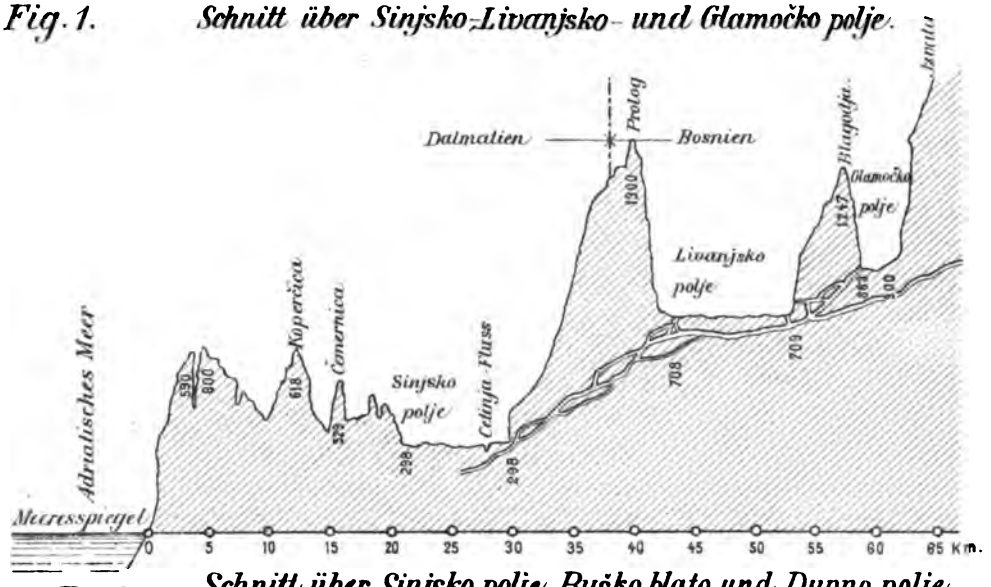


Fig. 2. Schnitt über Sinjsko polje, Buško blato und Duvno polje.

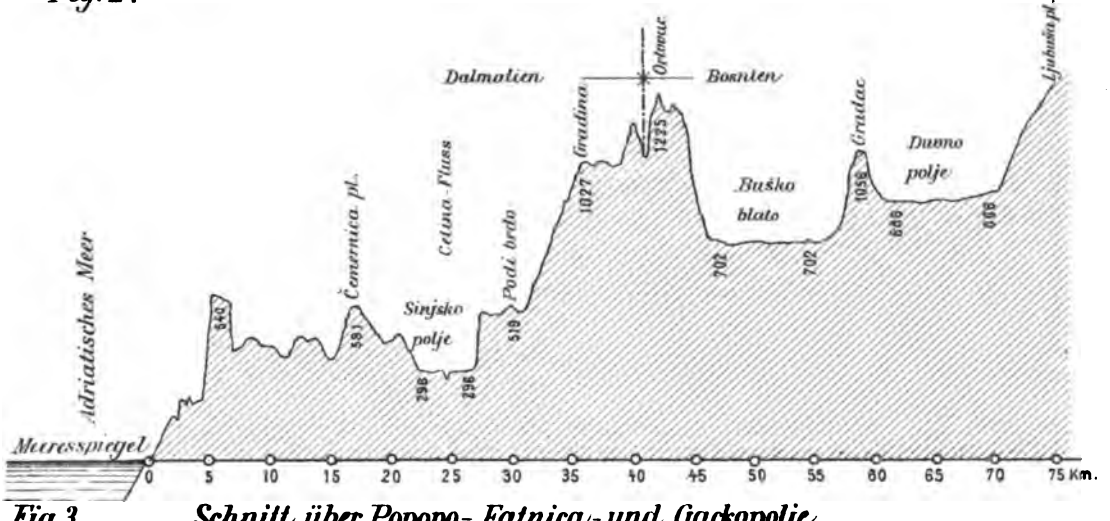
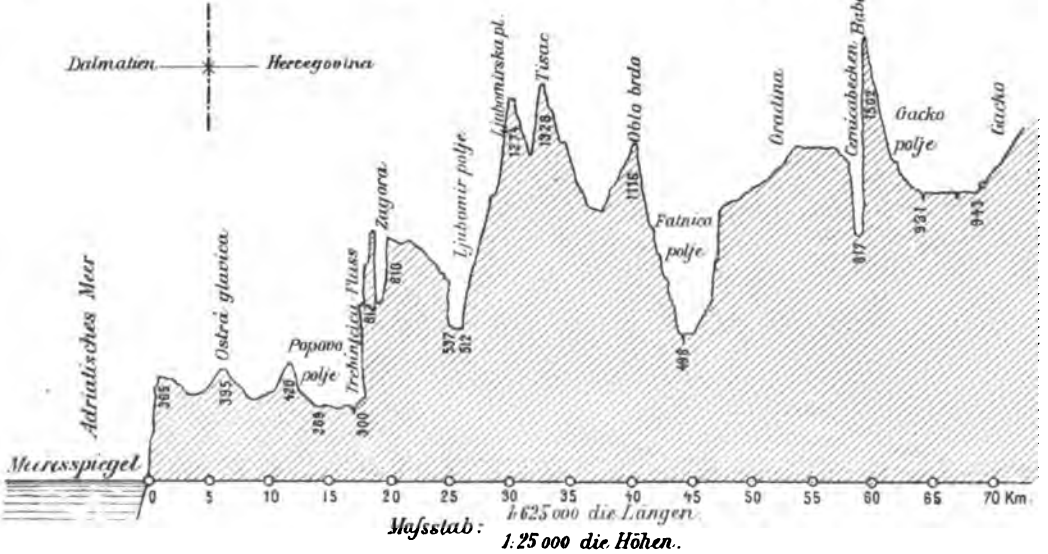


Fig. 3. Schnitt über Popovo-, Fatnica-, und Gackopolje.



Maßstab: 1:625 000 die Längen.
1:25 000 die Höhen.

Karstlandschaft ihr in die Augen fallendes (oftmals mit dem Worte „blatternarbig“ charakterisirtes) Gepräge verleihen.

Die auf die Mantelflächen der Dolinen niederfallenden Regenmengen finden ihren unterirdischen Abzug durch Spalten und Klüfte des Gesteins, welche sich am Grunde des Trichters vorfinden und in das Innere des Gebirges führen. Der gewöhnlich nach gleichen Richtungen erfolgende Abfluss auf die Lehnen impermeabler Gesteinschichten niederfallender, in Furchen und Thalrinnen zu Bächen und Flüssen successive sich vereinigender Meteorwässer geht im Karst durch die Dolinen und die sonstige Zerrissenheit des Karstbodens verloren. Der Abfluss zertheilt sich in eine Unzahl unterirdisch verlaufender Wasserfäden.

Der Grund der Dolinen ist häufig mit einem stark eisenhältigen rothen Lehm bedeckt, welcher seiner Hauptmasse nach zumeist als das Residuum aufgelösten Kalkes oder Dolomites betrachtet wird.

Die Poljen sind nach Cvijić*) als grosse, flache, breitsohlige Bodensenkungen zu charakterisiren, deren Gehänge sich gegenüber der Sohle scharf absetzen. In der Regel waltet eine horizontale Dimension stark vor und liegt die Längserstreckung parallel dem Schichtenstreichen.

Letztere Eigenthümlichkeit ist im hierländigen Karstgebiete besonders deutlich ausgeprägt. Die der Wasserscheide gegen das Meer zu vorgelagerten Gebirgsrücken laufen fast sämmtlich parallel zur Richtung des Hauptmassivs, und zwar von Nordwest gegen Südost. In den zwischen diesen Gebirgsrücken befindlichen, die obige Richtung verfolgenden Thalsenkungen liegen die Poljen, die daher auch, von der Meeresküste ausgehend, sich terrassenförmig übereinander erheben. Ein typisches Bild hiefür bieten die in Tafel I dargestellten, von der Wasserscheide gegen das Meer zu geführten Reliefschnitte, welche die von denselben getroffenen Poljen annähernd senkrecht auf deren Längsaxe durchschneiden.

Die Grösse der Poljen ist ausserordentlich verschieden. Von den an die Dolinen anschliessenden kleinsten bis zu dem 40.500 *ha* umfassenden Becken von Livno sind alle Zwischenstufen vertreten, wobei allerdings die kleineren bis etwa 1500 *ha* in der Mehrzahl sind.

In der Regel besteht der Boden der Poljen aus Sedimentirungs- und Erosionsmaterial, dessen Hauptbestandtheile verschiedene Varietäten des Zersetzungslehmes bilden. Stellenweise kommen auch Torfmoorbildungen vor. Die Oberfläche des Bodens besitzt kein gleichsinniges Gefälle, es herrschen oft verschiedene Abdachungen und Abflussrichtungen. Diese wannenartigen Einsenkungen sind in der Regel rings von Gehängen umwallt und entbehren deshalb der Möglichkeit eines oberirdischen Abflusses (geschlossene Poljen).

Den Wasserzufluss erhalten dieselben nebst den unmittelbar auf das Polje auffallenden atmosphärischen Niederschlägen zumeist durch Quellen, seltener durch geschlossene Bach- und Flussläufe, deren Ursprung aber ebenfalls Karstquellen sind.

Die Entwässerung der geschlossenen Poljen erfolgt durch unterirdische Communicationen in Spalten und in Canälen, deren Verbindung mit der Oberfläche „Ponore“ genannt werden (Tafel X, Fig. 1, 2). Die Ponore liegen zum Theile in der Sohle der Poljen (Sohlenponore), zum Theile in verschiedenen Höhen an den sie umschliessenden Gehängen (Randponore). Die in ihnen verschwindenden Gewässer verlaufen oft

*) Cvijić, Das Karstphänomen, Versuch einer morphologischen Monographie. Wien, Hölzel, 1893.

auf weite Strecken unterirdisch und treten in tiefer gelegenen Gebieten, nicht selten prächtige Landschaftsscenerien bildend, als Quellen, Bäche, ja sogar als ansehnliche Flüsse wieder auf (Tafel XI, Fig. 1).

Im allgemeinen kommt den Ponoren die Function der Entwässerung zu. Bei einzelnen tritt aber auch eine Umkehrung ihrer Thätigkeit ein, indem sie in gewissen Zeiten als sogenannte „Speilöcher" wirken und Wasser in die Poljen bringen. Diese letztere Erscheinung ist auf die Wirkung des hydrostatischen Druckes zurückzuführen, wie dies Riedl*) in anschaulicher Weise des näheren erläutert hat.

Es ist selbstverständlich, dass Querschnitt, örtliche Lage, Vertheilung, zeitweilige Beschaffenheit der unterirdischen Abzüge und der sich daran schliessenden Canäle im Zusammenhange mit Art und Quantität der Speisung für die Wasserstandsverhältnisse in den Poljen massgebend sind. Wenn das Fassungsvermögen der Abzüge so gross ist, dass selbst die bei Excessen resultirende Summe der durch die atmosphärischen Niederschläge direct und durch Bäche, Quellen etc. indirect den Poljen zugeführten Wassermengen rasch abfliessen kann, werden sie trocken sein, wenn die Ponore auch in den tiefsten Theilen liegen. Ist die Capacität der Ponore den bei Excessen auftretenden Wassermengen nicht gewachsen, so werden die Poljen zeitweise inundirt. Die Inundation kann von sehr verschiedener Dauer, ja sogar eine bleibende sein, es entstehen sogenannte „Seepoljen". Vorübergehende Inundationen lassen wegen der ungünstigen Abflussverhältnisse oftmals partielle Versumpfungen zurück.

Ähnliche Abflussverhältnisse finden sich bei den blinden Karstthälern. Auch bei diesen sind es die Ponore, durch welche der Wasserabzug erfolgt und sich je nach Beschaffenheit und Grösse der Abflusscanäle in der oben angegebenen Weise regulirt.

Nebst den als typisch anzusehenden geschlossenen Poljen gibt es auch Hohlformen, welche im allgemeinen den Poljen gleichen, aber in das Bereich der gleichsinnigen Abdachung einbezogen sind und oberirdischen Abfluss besitzen. Cvijić nennt dieselben „aufgeschlossene Poljen".

Poljen und Blato im bosnisch-hercegovinischen Karstgebiete.

Das bosnisch-hercegovinische Karstgebiet ist überaus reich an Poljen. Dieselben ersetzen hierlands die Thalgründe der anderwärts regelmässig ausgebildeten Flusssohlen. Wie in letzteren liegen auch in ihnen zumeist die Centren des wirtschaftlichen Lebens, das sich in den an ihren Rändern etablirten grösseren Ortschaften concentrirt. Die meisten enthalten sehr fruchtbaren Boden, der mit Ausnahme der Weitungen des Narentathales die einzigen für Acker- und Wiesenbau in grösserem, zusammenhängendem Umfange benützbaren Flächen bietet. Art und Möglichkeit ihrer Ausnützung ist demnach für die wirtschaftliche Lage der Bevölkerung von grösster Bedeutung.

Für die Darstellung ihrer Ausdehnung, Inundations-, Boden- und Productionsverhältnisse wählen wir, der Übersichtlichkeit halber, die tabellarische Form und folgen bei Eintheilung der Poljen der unserem Zwecke am nächstliegenden, in trockene und periodisch inundirte, obwohl sich die Trennung zwischen diesen beiden Arten nicht genau durchführen lässt, sondern auch Übergänge stattfinden. Bei der Einreihung

*) Riedl, Über landwirtschaftliche Meliorationen in der Hercegovina. Wochenschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines, Nr. 17 und 18, Jahrgang 1889.

wurden nur die vorwiegend charakteristischen Eigenthümlichkeiten als massgebend angenommen, ebenso auch bei Beschreibung der sonstigen Verhältnisse. Für die Reihenfolge der Aufzählung war die Flächenausdehnung bestimmend.

Die Gesammtfläche der Poljen des bosnisch-hercegovinischen Karstgebietes beträgt:

bei den trockenen	61.540 *ha*
„ „ periodisch inundirten . . .	95.720 „
zusammen . .	157.260 *ha*

In den periodisch inundirten wird eine Fläche von ca. 56.800 *ha* alljährlich im Herbste und Frühjahre überschwemmt, eine Fläche von ca. 19.400 *ha* ist versumpft.

Schon bei Durchsicht der Tabelle wird es auffallen, dass die trockenen Poljen zumeist den höher liegenden, die periodisch inundirten den tieferen Horizonten angehören. Durch Zusammenfassung für die Höhenlagen von 0—300, von 301—800 und von 801—1250 *m* Meereshöhe lässt sich diese Erscheinung mit concreten Zahlenwerthen darstellen:

	Höhenlage bis 300 *m*	von 301 bis 800 *m*	von 801 bis 1250 *m*
trockene Poljen . . . . . *ha*	880	7.850	52.810
periodisch inundirte Poljen . . . *ha*	29.890	44.940	20.890
inundirte Flächen . . . . . *ha*	15.280	34.815	6.726

Während die Abflussverhältnisse in den hochgelegenen Poljen in der Regel noch den Wasserzudrang zu bewältigen vermögen, steigert sich der letztere in den tiefer gelegenen Horizonten und führt zur Inundation. Dieser zumeist verdanken die tiefer liegenden Poljen ihre im Laufe ungezählter Jahrtausende abgelagerte mächtige Humusschichte. Allerdings entbehren auch manche der hochliegenden und gegenwärtig trockenen Poljen des guten humusreichen Ackerbodens nicht, so z. B. das grosse Duvanjskopolje, das Kuprešer und Rilićpolje und andere; im allgemeinen ist jedoch mehr schotteriger und sandiger Boden vorherrschend. Nebst den eben genannten sind auch von den tiefer liegenden, meist kleineren, trockenen Poljen viele durch grosse Fruchtbarkeit ausgezeichnet; so das Plansko-, Gradsko-, Cerničko-, Ljubomir- und Stolačkopolje, das Blato bei Mokro und selbst die Poljen mit schotteriger Grundlage produciren hochwertige Culturpflanzen (Tabak, Wein).

Von den periodisch inundirten Poljen sind die hochgelegenen für den Wiesenbau, die tiefer liegenden für den Ackerbau besonders geeignet.

In der Mehrzahl der Fälle lassen die Überschwemmungen düngende Sedimente zurück, welche wenigstens einen theilweisen Ersatz für den besonders zur Bewirtschaftung der tiefer liegenden Poljen mangelnden animalischen Dünger bieten. Sie hindern aber andererseits eine intensive Bearbeitung des Bodens, vornehmlich die Bestellung der Felder mit Winter- und Sommerfrucht. Für letztere müssen wegen der Unregelmässigkeit des Verlaufes der Inundation in den tieferen Lagen der Poljen schneller reifende, aber minderwertige Getreidesorten (Moorhirse) gewählt werden, und trotzdem ist mitunter die Ernte ganz in Frage gestellt. Durch diese Verhältnisse wird die Ausnützung grosser, nach Tausenden von Hektaren zu messender Gebiete ganz wesentlich beeinträchtigt.

Um den Wert derselben für die Agricultur vollständig würdigen zu können, ist es nöthig, der Bodenbeschaffenheit des übrigen Karstlandes eine kurze Betrachtung zu widmen.

A. Trockene

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
1	**Nevesinjsko-polje**	Hercegovina, Nevesinje	18.000	830 bis 900	Hauptsächlich durch die auf das Polje und auf die Hänge der einschliessenden Lehnen niederfallenden atmosphärischen Niederschläge, welche sich im Polje in mehreren kleineren Bachsystemen sammeln. Zum kleineren Theil auch durch an den Rändern des Polje zutage tretende Quellen. Den südlichen Theil des Polje durchläuft im meist tief eingeschnittenen Felsenbett die nach 22 *km* langem Laufe bei Kifinoselo in das Polje eintretende Zalomska. Im Sommer trocknet der Fluss sammt allen Bächen vollständig aus.	Sowohl die Zalomska wie die Bäche finden ihren Ablauf durch Ponore, ohne besonders nennenswerte Anstauung, die atmosphärischen Niederschläge durch Versickerung.
2	**Duvanjsko-polje**	Bosnien, Županjac	12.160	860 bis 890	Durch den Šuica- und Drinabach, durch Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore, hauptsächlich durch jenen bei Kovači; Verdunstung und Versickerung.
3	**Kupreš-, Rilić-** und **Suhopolje**	Bosnien, Bugojno	9480	1120 bis 1150	Durch die aus den undurchlässigen Gesteinsschichten der östlich von Kupreš gelegenen Gebirgslehnen entspringenden und verschiedene Bachsysteme bildenden Bäche Mrtvicapotok und Miljačpotok. Durch Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch zumeist am westlichen Rande des Polje befindliche Ponore und durch Versickerung.
4 5	**Vukovsko-** und **Ravanjskopolje.**		3530 2260	1135 bis 1195	Durch die aus den undurchlässigen Gesteinsschichten der gegen Osten das Vukovskopolje einschliessenden Gebirgslehnen entspringenden Bäche, deren bedeutendster, die Vojevica, auch das Ravansjkopolje durchfliesst. Durch Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore u. Versickerung.

Anmerkung. Die Flächen- und Höhenangaben nach der Generalstabskarte 1:75.000. Mit Rücksicht auf die nicht genau bestimmbare Umgrenzung der Polje sind die Flächen nur von annähernder Genauigkeit. Die übrigen Daten nach amtlichen Berichten zusammengestellt.

Poljen.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Die Inundation beschränkt sich nur auf sehr kleine Partien des Polje, tritt nur bei sehr starken Niederschlägen und bei der Schneeschmelze auf und dauert dann nur einige Tage.	Auf den höher gelegenen Partien magerer, sandiger Lehmboden, in den tieferen Lagen besserer tiefgründiger Humusboden. 30 % Ackerboden, 20 % Wiese, 30 % Weide, Rest unproductiv. Mit Ausnahme von Mais werden alle Körnerfrüchte angebaut.	
Circa 15 % vom November bis zum halben Mai inundirt.	Humusreicher Alluvialboden, zum Ackerbau vorzüglich geeignet; die der Inundation ausgesetzten Flächen sind versumpft. Circa 50 % Acker, der Rest Wiese und Weide. Alle Körnerfrüchte inclusive Mais.	Das im Ponor bei Kovači verschwindende Wasser des Šuicabaches tritt circa 3 *km* westlich und 140 *m* tiefer bei Vrelo im Buško blato als mächtige Quelle wieder zutage und bildet den Ričinabach.[1])
Inundationen kommen nur bei abnormaler Wasserzufuhr durch die Bäche vor, dauern nur einige Tage und beschränken sich auf kleine Gebiete.	Im Norden des Kupreškopolje karstiges Weideterrain. Im mittleren und südlichen Theile desselben, sowie in Rilić und Suhopolje sandiger Humusboden. Circa 30 % Acker, der Rest Wiese und Weide. Gerste, Hafer, Sommerweizen.	Das im Ponor bei Han Malovan verschwindende Wasser des Miljačpotok tritt circa 2 *km* westlich und 150 *m* tiefer bei der Ruine Stržanj als mächtige Quelle wieder zutage und bildet den Šuicabach.
Keine.	Sandiger Humusboden. Im Vukovskopolje circa 25 % Ackerland, der Rest Weide und Wiese; im Ravanjskopolje circa 70 % Acker, der Rest Weide und Wiese. Gerste, Hafer, Sommerweizen.	

[1]) Mehrfach hierlands angestellte Versuche, auf mechanischem Wege (Färben des Wassers etc.) den Zusammenhang periodisch verschwindender und wieder zutage tretender Karstbäche und Flüsse zu ergründen, haben bisher zu keinem Resultate geführt. Ähnliche Angaben wie die obige beruhen auf Beurtheilung der topographischen Verhältnisse und sind nur dort angeführt, wo deren Richtigkeit kaum zu bezweifeln ist.

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
6	**Ivan-Dolac und Dugopolje**	Hercegovina, Mostar. Bosnien, Županjac	2880	1180 bis 1250	Durch atmosphärische Niederschläge (Schneewasser).	Durch Verdunstung, Versickerung und einzelne Ponore.
7	**Grahovopolje**	Bosnien, Livno	1800	770 bis 800	Durch den Strugabach, einige Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore und Versickerung.
8	**Posušjepolje**	Hercegovina, Ljubuški	1520	580 bis 615	Hauptsächlich durch atmosphärische Niederschläge und durch die Wildbäche Topala und Ričina.	Ein aufgeschlossenes Polje, welches der Hauptsache nach seine Wässer durch den Wildbach Topala, im Unterlaufe Ričina, später Suhaja genannt, auf oberirdischem Wege in das Becken von Imoski abführt.
9	**Ljubomirpolje**	Hercegovina, Bilek	1140	510 bis 550	Durch ergiebige Quellen am Ostrande des Polje, welche mehrere Bäche speisen, und durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore und Versickerung.
10	**Graberpolje**	Hercegovina, Trebinje	1010	632 bis 720	Ausschliesslich durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore und Versickerung.
11	**Dolnje und Gornje Zimlje**	Hercegovina, Mostar	890	808 bis 840	Durch atmosphärische Niederschläge und Quellen.	Durch Versickerung.
12	**Ljubinjsko-polje**	Hercegovina, Ljubinje	830	410 bis 450	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore und Versickerung.
13	**Borovopolje**	Bosnien, Livno	730	1110	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Versickerung.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Eine Fläche von circa 200 *ha*, der sogenannte Blidinjesee, ständig unter Wasser.	Keine Agricultur, minderwerthiges Weideland.	
Keine.	Sandiger, zum Theil verkarsteter Boden mit schwacher Humusschichte, circa 25% Acker, 25% Wiese, der Rest Weide. Gerste, Weizen, Hafer, Mais.	
Keine.	Meist minderwerthiger, schotteriger und sandiger Boden mit schwacher Humusschichte, 25% Acker, 25% Wiese, 50% Weide. Alle Getreidearten, Wein und Tabak.	
Nur der nördliche, tiefst gelegene Theil ist auf kurze Zeit inundirt.	Fruchtbarer Humusboden, 60% Acker, 40% Wiese. Alle Körnerfrüchte und Wein.	
Keine.	Geschiebe und Schotter, schwache Humusschichte, 10% Acker, 10% Wiese, 40% Weide. Rest unproductiv.	
Keine.	Mit geringer Humusschichte, 20% Acker, 30% Wiese, 30% Weide, 20% unproductiv.	
Es werden nur circa 15% der Gesammtfläche im nordwestlichen Theile und nur durch zwei bis drei Tage inundirt.	Sandiger und schotteriger Boden mit schwacher Humusschichte, circa 35% Acker, zumeist mit Tabak bebaut, 15% Wiese, 30% Weide, Rest unproductiv.	
Keine.	Sandiger Boden, 25% Acker, 25% Wiese, 40% Weide, 10% unproductiv. Gerste, Hafer, Weizen.	

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
14	**Polje bei Marinkovci**	Bosnien, Livno	660	785 bis 825	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Versickerung.
15	**Roškopolje**	Bosnien, Županjac	520	890 bis 900	Durch atmosphärische Niederschläge und mehrere Quellen.	Durch Ponore.
16	**Lukavacpolje**	Hercegovina, Nevesinje	470	860 bis 870	Durch atmosphärische Niederschläge und mehrere Quellen.	Durch Ponore u. Versickerung.
17	**Polje bei Šuica**	Bosnien, Livno	460	900	Durch den Šuicabach.	Ein aufgeschlossenes Polje, dessen Entwässerung durch die Šuica erfolgt.
18	**Kružkopolje**		350	1170	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Versickerung.
19	**Stolačkopolje**	Hercegovina, Stolac	320	45 bis 65	Durch atmosphärische Niederschläge und den Radimljapotok.	Als aufgeschlossenes Polje wird dasselbe durch den Bregavafluss entwässert.
20	**Kočerinsko-polje**	Hercegovina, Mostar	310	320	Hauptsächlich durch atmosphärische Niederschläge und einige Quellen am Nord- und Südostrande.	Durch Versickerung.
21	**Becken von Vinica**	Bosnien, Županjac	310	610 bis 620	Durch atmosphärische Niederschläge und Quellen.	Durch Ponore.
22	**Zlatopolje**	Hercegovina, Nevesinje	210	1020	Durch atmosphärische Niederschläge und mehrere Quellen.	Durch Ponore u. Versickerung.
23	**Crničkopolje**	Hercegovina, Stolac	210	217	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Versickerung.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Keine.	Schotteriger und sandiger Boden, mit Humus gemischt. 50% Acker, 25% Wiese, 25% Weide. Alle Körnerfrüchte, inclusive Mais.	
Nur einzelne Partien auf kurze Zeit.	Durchwegs guter Ackerboden. Alle Körnerfrüchte, inclusive Mais.	
Nur zu sehr geringem Theile und von kurzer Dauer.	Ziemlich guter Ackerboden, 50% Acker, 50% Wiese. Mit Ausnahme von Kukuruz gedeihen alle Körnerfrüchte.	
Einzelne Partien nur auf kurze Zeit.	Versumpfter Humusboden, 30% Acker, 70% Wiese. Gerste, Korn, Hafer.	
Keine.	Sandiger Boden, 10% Acker, sonst Weide.	
Keine.	Theils humusreicher, theils schotteriger und sandiger Boden, letzterer mit schwacher Humusschichte. Alle Körnerfrüchte, Tabak und Wein.	
Einzelne Partien nur auf kurze Zeit.	Sandiger Lehmboden mit geringer Humusschichte, 40% Acker, 25% Wiese, 20% Weide, 15% unproductiv. Alle Körnerfrüchte, Wein, Tabak.	
Im Herbst und Frühjahr im nördlichsten Theile auf kurze Zeit inundirt.	Guter Ackerboden. 90% Acker, 5% Wiese, 5% Weide. Alle Körnerfrüchte.	
Nur zu sehr geringem Theile und von kurzer Dauer.	Ziemlich guter Ackerboden, 30% Acker, 70% Wiese. Weizen, Hafer, Korn.	
Keine.	Fruchtbarer Ackerboden, durchwegs Ackerfeld. Mit allen Körnerfrüchten, Tabak und Wein bebaut.	

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
24	**Vučipolje**	Hercegovina, Ljubuški	200	976	Durch Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore.
25	**Konjsko- und Carevopolje**	Hercegovina, Trebinje	200	830	Ausschliesslich durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore u. Versickerung.
26	**Gradskopolje**	Hercegovina, Stolac	190	85 bis 95	Durch atmosphärische Niederschläge und Quellen.	Durch Ponore u. Versickerung.
27	**Trusinskopolje**		190	870	Durch atmosphärische Niederschläge und mehrere Quellen, welche den Košutabach bilden.	Durch Ponore.
28	**Blato bei Mokro**	Hercegovina, Mostar	160	270	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Verdunstung und Versickerung.
29	**Vrbanjepolje**	Hercegovina, Trebinje	150	1010	Ausschliesslich durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore u. Versickerung.
30	**Orahovacpolje**		150	650		
31	**Udrešnje**	Hercegovina, Nevesinje	130	930 bis 970	Durch atmosphärische Niederschläge und mehrere Quellen.	Durch Ponore u. Versickerung.
32	**Planskopolje**	Hercegovina, Bilek	120	600	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Versickerung.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Keine.	50% Weide, 25% Acker, 25% Wiese.	
Keine.	Geschiebe und Schotter, schwache Humusschichte, 10% Acker, 10% Wiese, 40% Weide, Rest unproductiv.	
Keine.	Fruchtbarer Ackerboden, durchwegs Ackerfeld. Mit allen Körnerfrüchten, Tabak und Wein bebaut.	
Im Herbst und Frühjahr stellenweise auf kurze Zeit.	Tiefgründiger, guter Ackerboden. Alle Körnerfrüchte exclusive Mais.	
Keine.	Guter Humusboden, Acker. Alle Körnerfrüchte, Wein und Tabak.	
Keine.	Geschiebe und Schotter, schwache Humusschichte, 10% Acker, 10% Wiese, 40% Weide, Rest unproductiv.	
Keine.		
Keine.	Sehr fruchtbarer Ackerboden, 60% Acker, 40% Wiese. Alle Körnerfrüchte.	

B. Periodisch

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
33	**Becken von Livno,** bestehend aus dem **Livanjsko-polje,** **Buško blato** und **Bjelopolje**	Bosnien, Livno, zum kleinen Theil Županjac	29.550 5.300 5.650 40.500	700 bis 710	Durch am östlichen Rande auftretende Karstquellen, von welchen die in das Livanjskopolje fliessende Studba, Bistrica und Žabljakquelle das ganze Jahr Wasser führen und Bachläufe bilden. — Durch mehrere Speilöcher in der Nähe von Prisap. An der nördlichen Ecke des Polje bei Grkovci ergiessen sich die aus undurchlässigen Gesteinsschichten entspringenden Bäche Stedra und Draga, welche im Sommer im Unterlaufe austrocknen, in das Polje. Das Buško Blato durch den aus einer Karsthöhle entspringenden Ričinabach, der aber im Hochsommer austrocknet. Dieser Bach wird aller Wahrscheinlichkeit nach durch die aus dem Duvnopolje im Kovačiponor verschwindenden Wässer gespeist. Ferner durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore, welche fast durchgehends am westlichen Rande des Polje liegen.
34	Das **Trebinjčica-becken** von **Trebinje** abwärts, und zwar das **Trebinjsko-u. Čičevopolje,** **Žuma** und **Lug u. Popovopolje**	Hercegovina, Ljubinje und Trebinje	1.800 11.700 5.000 18.500	225 bis 275	Durch die Trebinjčica. Im Trebinjsko- u. Čičevopolje auch durch Speilöcher.	Abfluss durch Ponore und Versickerung. An d. Ufern der Trebinjčica von Dražindô abwärts finden sich bis zum Ende des blinden Thales zahlreiche Ponore, welche die Herbst- und Frühjahrswässer des Flusses nicht rasch genug abzuführen vermögen. Das Popovopolje wird in dieser Zeit inundirt. Im Sommer saugen die entlang des Mittellaufes von Dražindô bis

[1]) In vielen Poljen treten bei geringeren Niederschlägen die Ueberschwemmungen im Winter zurück und kommen im Frühjahre wieder. Auf derartige Fluctuationen ist in der Tabelle keine Rücksicht genommen,

inundirte Poljen.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Vom Livanjskopolje wurden vor Öffnung der Ponore circa 90% je nach der Lage vom November bis maximal Ende Juni überschwemmt.[1]) Das Buško blato wird in seiner ganzen Ausdehnung vom November bis Juli, mitunter auch im Hochsommer inundirt.	Auf einer Unterlage von Kalkmergel ruht eine Humusschichte zwischen 0·15 bis 2 und mehr Meter Mächtigkeit; am Rande des Livanjsko- und Bjelopolje stellenweise sandiger Boden. Circa 25% Acker, 35% Wiese, 35% Weide, 5% unproductiv. Circa 30% des Livanjskopolje und 80% des Buško blato sind versumpft. Alle Körnerfrüchte inclusive Mais.	
Die vom Unterlaufe der Trebinjčica gebildete, zwischen 225 bis 253 *m* Meereshöhe gelegene Thalerweiterung vom Dorfe Tulje abwärts bis zum letzten tiefstgelegenen Ponor in einer Länge von 32 *km* — das eigentliche Popovopolje — wird von den Hochwässern der Trebinjčica überfluthet. Dauer der Inundation je nach der Höhenlage, am längsten in den gegen das Ende des Thales gelegenen Partien, und zwar vom October bis Ende Mai, in niederschlagsreichen Jahren auch bis Ende Juni; hier	Im Trebinjčica- und Ćičevopolje äusserst fruchtbarer Alluvialboden, 60% Acker, 20% Wiese, 20% Weide. Alle Körnerfrüchte, Wein und Tabak. Lug und Žuma meist Karstboden mit Gestrüpp und Weide, einzelne Ackerparcellen. Die Ebene des Popovopolje ist durch von der Trebinjčica angeschwemmten fruchtbaren Alluvialboden gebildet. 70% Acker, 15% Weide, Rest unproductiv.	Das Popovopolje bildet mit dem Lug, der Žuma, dem Trebinčica- und Čičevopolje die Erweiterung des unteren und mittleren Theiles des blinden Karstthales der Trebinjčica, welche die Eigenschaften eines Karstflusses sowohl mit Bezug auf ihre Entstehung, wie auch auf ihren durch Ponore vermittelten unterirdischen Abfluss besitzt. — Ein

umsomehr da in vielen Poljen diese Verhältnisse noch keiner streng fachmännischen Beobachtung unterzogen wurden, die hierüber bekannten Daten daher wenig verlässlich sind.

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
						Tulje vorhandenen Ponore das Wasser vollständig auf, der Unterlauf des Flusses trocknet aus. — Im Trebinjsko- und Čičevopolje finden die Inundationswässer theils ihren Ablauf in die Trebinjčica, theils durch die im Polje befindlichen Ponore.
35	**Glamočer Polje**	Bosnien, Glamoč	12.900	882 bis 950	Durch die auf den undurchlässigen Gesteinsschichten oberhalb Glamoč abfliessenden, getrennte Bachsysteme bildenden Bäche, den Ribnik- und Jarugapotok, durch Quellen u. atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore und Versickerung.
36	**Becken** von **Imoski,** hievon in **Dalmatien,** in der **Hercegovina**	Hercegovina, Ljubuški	4500 4700 9200	250 bis 270	Im westlichen Theile durch den Suhajabach (vide Post 8), dessen Fortsetzung im Polje die Vrlika genannt wird, im östlichen Theile durch Quellen, hauptsächlich jene am Nordrande bei Grude. Ferner durch atmosphärische Niederschläge.	Hauptsächlich durch Ponore, einige tiefere, jedoch ausgedehnte Mulden sind bloss auf Verdunstung angewiesen. Die grössten Ponore befinden sich nächst Drinovci am südwestlichen Rande des Polje, woselbst fast durch das ganze Jahr zwei kleine Seen (Nuge und Krenica Jezero) bestehen.
37	**Gackopolje** und **Pustopolje**	Hercegovina, Gacko	5200 900	930 bis 950	Durch die auf den undurchlässigen Gesteinsschichten der das Polje gegen Nordost einschliessenden Gebirge abfliessenden Wasserläufe, deren wichtigster, der Mušicafluss, das Gackopolje der ganzen Länge nach durchfliesst und den Gračanica- und Zarovićbach aufnimmt. Ferner durch Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore, welche sich im Unterlaufe der Mušica vorfinden, für einen Theil des Pustopolje durch den Stepenbach, welcher in einem Ponor des Crnicabeckens verschwindet.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
erreicht die Inundation eine Stauhöhe bis zu 27·6 *m*. — Die Territorien Lug und Žuma mit 11.700 *ha* werden wegen ihrer gegen das Flussbett etwas erhöhten Lage und der Ablagerung der Hochwassermengen im Unterlauf des Flusses nicht inundirt. — Das Trebinjsko- und Čićevopolje, 265 bis 275 *m* Meereshöhe, 1800 *ha*, wird durch die Hochwässer der Trebinjčica, letzteres auch durch Quellen und Speilöcher vom December bis Mitte März inundirt.		grosser Theil des Trebinjer Poljes wird aus der Trebinjčica künstlich bewässert und kann infolge dessen zweimal, zuerst im Winter mit Halmfrucht, dann mit Hackfrucht bebaut werden.
Circa 3000 *ha* vom November bis Mai, event. Juni, überschwemmt.	Der nördliche höher gelegene Theil theils aus Karst, theils aus schotterigem und sandigem, mit schwacher Humusschichte bedecktem Alluvialboden. Im mittleren Theile Übergang zu der im südlichen vorfindlichen, tiefgründigen, jedoch versumpften Humusschichte, circa 25% Acker, 25% Wiese, 50% Weide. Alle Körnerfrüchte exclusive Mais.	Die in den Ponoren des Glamočer Polje verschwindenden Wassermengen treten wenigstens theilweise im Livanjskopolje zutage.
Vom ganzen Becken werden circa 60% inundirt, hievon in der Hercegovina circa 3300 *ha*. Die tiefer gelegenen Partien vom October bis Ende Mai, in niederschlagsreichen Jahren auch bis Ende Juli.	Humusreicher Alluvialboden von guter Qualität, 50% Acker, 20% Wiese, 10% Weide, 10% Wald, 10% unproductiv. Alle Körnerfrüchte, Wein und Tabak.	Die in den Ponoren bei Drinovce und Sajnovce verschwindenden Wassermengen treten im Tihaljinathal zutage.
Vom Spätherbste bis zum Frühjahre werden circa 45% des Gackopolje periodisch überschwemmt, und zwar im grossen Polje infolge Austretens der Mušica, im kleinen, vom Unterlaufe der Mušica durchzogenen Polje, durch Anstauung des durch die am westlichen Poljerand gelegenen Ponore nicht rasch genug abgeführten Wassers. Das Pustopolje wird nicht inundirt.	Zum grössten Theile angeschwemmter humusreicher Boden, der Rest ist karstiges Weideland. Vor der Melioration circa 30% des Gackopolje stark versumpft. Circa 30% werden zum Ackerbau benützt und liefern ausser Kukuruz alle Körnerfrüchte. 40% Wiese, 30% Weide.	Die in den Ponoren verschwindenden Wassermengen treten wenigstens zum Theile im Crnicabecken durch die Velić pećina zutage, verlieren sich nach kaum 1 *km* langem Laufe in dem grossen Ponor bei Zagradci. — Im weiteren Verlaufe des Wassers passirt dasselbe wahrscheinlich auch das Fatnicabecken.

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
38	**Mostarsko blato**	Hercegovina, Mostar	3150	230	Durch die Bäche Ugrovača, Listica und Crnošica und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore am südöstlichen Rande des Polje; zum kleineren Theile durch Verdunstung.
39	**Dabarpolje**	Hercegovina, Nevesinje und Bilek	2960	470 bis 560	Durch Quellen, welche zumeist am Ostrande des Polje auftreten und zwei getrennte Bachsysteme, jenes der Opačica und der Rijeka speisen. Beide besitzen getrennte unterirdische Abflüsse. Ein Theil der Quellen führt auch über Sommer Wasser.	Durch am Westrande des Polje befindliche Ponore und Versickerung.
40	**Ljubuškipolje (Mlade-Ebene)**	Hercegovina, Ljubuški	2300	70 bis 100	Durch den Karstfluss Mlade, welcher vermuthlich die in den Ponoren bei Drinovci verschwindenden Wässer des Imoskipolje abführt. Ferner durch mehrere mächtige Karstquellen, welche die Vrioštica speisen.	Ein aufgeschlossenes Polje; dasselbe wird der Hauptsache nach durch den Mlade, beziehungsweise Trebižatfluss entwässert, zum kleineren Theile durch Verdunstung.
41	**Rastok,** hievon *a*) in der **Hercegovina,** *b*) in **Dalmatien**		900 800 1700	57 bis 67	Durch zufliessendes Wasser des Mladeflusses, durch Quellen am nördlichen Rande des dalmatinischen Raztok und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore.
42	**Rakičkipolje**		1480	880 bis 920	Hauptsächlich durch atmosphärische Niederschläge, ferner durch den Jelica- und Smijnovacbach, beide das ganze Jahr wasserführend.	Ein aufgeschlossenes Polje, welches seine Wässer zumeist durch den Ugrovacbach in das Mostarsko blato abführt. Ferner durch einige Ponore und Versickerung.
43	**Fatničkopolje**	Hercegovina, Bilek	780	470	Durch sehr ergiebige Quellen, ferner durch einen Felsschlund nächst Orahovica, welcher den zur Sommerszeit austrocknenden Wildbach Obodpotok speist; nebstdem noch durch atmosphärische Niederschläge.	Ausschliesslich durch Ponore.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Von der Gesammtfläche werden circa 75% inundirt, an der tiefsten Stelle bis zu 6 *m* Höhe. Die Inundation beginnt im December und endet im April.	Im nordwestlichen Theile schotteriger Boden mit schwacher Humusschichte, diese verstärkt sich gegen den südöstlichen Theil. 30% Acker, 50% Wiese, 20% Weide. Alle Körnerfrüchte, Wein, Tabak.	
Der südlich gelegene Theil des Polje in der Ausdehnung von circa 1700 *ha* ist überschwemmt. Dauer nach der Höhenlage verschieden, im Maximum vom halben October bis Ende Mai, in niederschlagsreichen Jahren auch bis Ende Juni.	Mittelguter Ackerboden. Mit Rücksicht auf die Viehzucht werden nur circa 20% als Ackerfeld benützt, 40% Wiese, 40% Weide. Alle Körnerfrüchte.	
Circa 80% werden in der Zeit vom October bis Ende Mai, mitunter auch Juni, je nach den Wasserständen im Imoskipolje, durch die Hochwässer der Mlade periodisch überschwemmt.	Humusreicher, tiefgründiger Alluvialboden, sehr grosse Fruchtbarkeit; fast durchgehends Ackerboden. Alle Körnerfrüchte, Tabak und Wein.	
Circa 90% überschwemmt, hievon in der Hercegovina circa 700 *ha*. Die Inundation tritt bei stärkeren Niederschlägen in den tieferen Lagen schon im October ein und endet mitunter erst im Juni.	Humusreicher Alluvialboden, fast ausschliesslich Acker. Hauptsächlich Mais.	Die in den Ponoren verschwindenden Wassermengen dürften wenigstens theilweise in dem auf dalmatinischem Gebiete liegenden Karstbecken Jezero zutage treten.
Zwei Drittel der Fläche sind im December, Jänner und Februar inundirt.	Mittelmässiger, sandiger Boden, 30% Acker, 30% Wiese, 40% Weide.	
Die Inundation bedeckt das ganze Polje, ist sehr bedeutend, erreichte im Jahre 1888 an den tiefsten Stellen des Polje die Höhe von 28·8 *m* und dauert vom October bis Mai, mitunter auch bis Ende Juni.	Starke Humusschichte, sehr fruchtbar, 60% Acker, 20% Wiese, 10% Weide, Rest unproductiv. Alle Körnerfrüchte.	Nach Angabe der Bevölkerung soll von der Zeit an, da die Melioration im Gackopolje durchgeführt wurde, die Inundation sich verringert haben, welcher Umstand auf die unterirdische Verbindung beider Polje schliessen liesse.

Laufende Nummer	Name	Land und Bezirk	Fläche in Hektaren circa	Höhe üb. d. Meere in Metern	Art der Wasserzufuhr	Art der Entwässerung
44	**Pašićpolje**	Bosnien, Livno	600	785 bis 800	Durch den Koranabach, einige Quellen und atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore u. Versickerung.
45	**Crnicabecken**	Hercegovina, Gacko	410	815 bis 850	Durch Quellen, den Stepenbach (vide Post 37), ferner durch einen am Nordwestrande des Beckens gelegenen Felsenschlund, die Vilić pećina, welche muthmasslich mit dem Abflussponor der Mušica zusammenhängt.	Durch Ponore, in welche auch die beiden Bäche Stepen und Jasovica münden.
46	**Jezerac,** *a*) in der **Hercegovina,** *b*) in **Dalmatien**	Hercegovina, Ljubuški	180 210 390	30 bis 35	Durch atmosphärische Niederschläge, Quellen und Speilöcher.	Durch Ponore.
47	**Studeničko-polje**		130	30	Durch den Studencibach, den Wildbach Likoć und einige constant fliessende Quellen.	Als aufgeschlossenes Polje durch den Studencibach in den Trebižatfluss.
48	**Jasenpolje**	Hercegovina, Trebinje	100	560	Durch atmosphärische Niederschläge und Quellen.	Durch den Jasenpotok, Versickerung und Verdunstung.
49	**Blatcapolje**	Hercegovina, Stolac	30	80	Durch atmosphärische Niederschläge.	Durch Ponore u. Versickerung.

Grad und Zeitdauer der Inundation	Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftung des Polje	Anmerkung
Zur Zeit der Schneeschmelze nur vorübergehend. 60% inundirt.	Humusreicher Boden, circa 50% Acker, der Rest Wiese und Weide.	
Der östliche Theil des Polje wird durch den Stepenbach alljährlich zwar zum grössten Theile inundirt, allein die Dauer der Inundation ist eine kürzere als im westlichen Theile bei Zagradci; daselbst stösst die Vilić pećina von der zweiten Hälfte October bis zum halben April in solchen Mengen Wasser aus, dass es der grosse Ponor bei Zagradci nicht mehr aufzunehmen vermag, wodurch das ganze Polje überschwemmt wird.	Lehmiger Boden, stellenweise mit guter Humuserde bedeckt, 50% Acker, 30% Wiese, 20% Weide.	Nach Angabe der Bevölkerung hat sich die Inundation nach Durchführung der Meliorationsarbeiten im Gackopolje vermindert.
Das ganze Becken des Jezerac steht vom October, eventuell November bis Mai und Juni unter Wasser.	Zumeist Acker.	
Circa 60% werden vom November bis Ende März inundirt.	Guter, humusreicher Ackerboden. Alle Körnerfrüchte, Tabak und Wein.	
In der Zeit vom November bis April der grösste Theil der Fläche, aber nur auf kurze Zeit inundirt.	Guter Ackerboden, 40% Acker, 30% Wiese, 15% Weide, Rest unproductiv. Alle Körnerfrüchte.	
In den Wintermonaten inundirt.	Sehr fruchtbarer Ackerboden. Alle Körnerfrüchte, Wein, Tabak.	

Bodenverhältnisse im Karstterrain.

Die Bildung einer ausgiebigen Humusschichte, welche als Trägerin der Vegetation zu dienen hat, ist im Karstgebirge von der Reinheit des Muttergesteines, dem Kalke, abhängig. Thon und mergelhältige Kalke lassen beim Lösungsprocesse reichlichere Rückstände zurück als reine Kalke. Bei den ersteren vermögen diese Rückstände den Felsboden noch mit einer urbaren Schichte zu bedecken, bei den letzteren ist dies in der Regel nur in sehr beschränktem Masse der Fall. Das Lösungsproduct des reinen Kalkes, der bei Beschreibung des Karstphänomens bereits erwähnte eisenhältige rothe Lehm, vermag zumeist nur die Spalten des zerklüfteten Gesteins mehr oder minder auszufüllen; das Muttergestein tritt häufig, oft auch vorwiegend zutage; die Karstlandschaft wird zur Felslandschaft. Ausgenommen sind nur die Poljen und die Sohlen der Karstthäler, deren urbarer Boden theils durch Sedimentirung, theils durch den Abschwemmungsprocess zusammengetragen wird. Im reinen Karstkalke sind es daher diese allein, welche mit ihrer zusammenhängenden Erdkrume den Acker- und Wiesenbau in grösserem Masse zulassen, während im übrigen Karstterrain zumeist nur unzusammenhängende, von Felsrippen getrennte Einlagerungen des rothen Lehmes der Vegetation gestatten, Wurzel zu fassen. Sind, wie es öfter vorkommt, die Einlagerungen mächtiger, so werden mit vieler Mühe aus denselben durch Entfernen der Steine, nach Umständen auch durch Terrassenbau, zusammenhängende urbare Flächen geschaffen. Steinmauern schützen diese wertvollen Oasen im Karstgestein vor Beschädigungen und trennen sie vom umgebenden Felsboden. Den letzteren bewahren die Einlagerungen des rothen Lehmes vor gänzlicher Sterilität, denn sie genügen, um den Baum- und Strauchwuchs zu ermöglichen und, wo sie reichlicher werden, um Weideland zu schaffen.

Die Zahlen des Katasters geben bemerkenswerten vergleichenden Aufschluss über die Vertheilung der Culturflächen west- und ostwärts der Wasserscheide, — im Karstgebiete und in den impermeablen Gesteinsschichten Bosniens.

Land, Bezirk	Äcker	Gärten	Wiesen	Weingärten	Hutweiden	Wald	Steuerfrei	Summe
	in Hektaren							
Westwärts der Wasserscheide im Karstgebiete								
Hercegovina	79.733	1.950	30.814	4.842	397.785	381.160	17.820	914.104
Bezirk Livno incl. Grahovo .	16.096	189	24.010	—	86.039	46.989	2.168	175.491
Bezirk Glamoc . .	8.983	111	21.122	—	57.716	63.155	1.361	152.448
Bezirk Županjac .	13.503	93	7.922	—	61.430	7.831	3.800	94.579
Expositur Kupreš .	8.445	51	14.625	—	16.969	18.843	4.492	63.425
Zuwachs	567	71	298	—	—	—	—	—
Abfall	—	—	—	—	540	176	220	—
Total	127.327	2.465	98.791	4.842	619.399	517.802	29.421	1,400.047
Ostwärts der Wasserscheide in Bosnien								
Bosnien	903.494	37.019	232.754	111	310.095	2,162.895	69.453	3,715.821
Zuwachs	13.499	143	1.238	—	—	—	—	—
Abfall	—	—	—	—	6.008	8.691	181	—
Total	916.993	37.162	233.992	111	304.087	2,154.204	69.272	3,715.821

Die percentuale Vertheilung der Culturflächen beträgt nach der obigen Tabelle

	im Karstgebiete	in Bosnien
Äcker	9·1	24·6
Gärten	0·2	1·0
Wiesen	7·1	6·3
Weingärten	0·3	0·0
Hutweiden	44·2	8·2
Wald	37·0	58·0
Steuerfrei	2·1	1·9
	100%	100%

Die höherwerthigen Culturflächen: Äcker, Wiesen, Gärten nehmen demnach von der Gesammtbodenfläche im Karstgebiete 16·7%, in Bosnien hingegen 31·9%, die Äcker allein im Karstgebiete 9·1%, in Bosnien 24·6% ein. Im percentuellen Verhältnisse genommen besitzt nach den obigen Zahlenwerten das bosnisch-hercegovinische Karstgebiet um ca. drei Fünftel weniger Ackerland als der im Gebiete der impermeablen Gesteinsschichten gelegene Theil Bosniens. Dieses Verhältnis gestaltet sich noch ungünstiger, wenn die Möglichkeit der Vermehrung der Ackerflächen, besonders durch zulässige Rodungen, in Betracht gezogen wird.

Acker und Wiesenland sind demnach im Karstgebiete ein besonders kostbarer Besitz, und in den Poljen liegen, wie der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen ist, 39% desselben.

	Äcker	Wiesen	Weiden	Steuer-frei	Gesammt-fläche
	in Hektaren				
Trockene Poljen	21.539	13.360	21.800	4.841	61.540
in Percent der Gesammtfläche	35%	22%	35%	8%	100%
Periodisch inundierte Poljen	28.274	25.202	35.706	6.538	95.720
in Percent der Gesammtfläche	29%	27%	37%	7%	100%
Zusammen	49.813	38.562	57.506	11.379	157.260
in Percent der Gesammtfläche	32%	25%	36%	7%	100%
Gesammtflächenmass der benannten Culturgründe im ganzen Karstgebiete	127.327	98.791	619.399	29.421	
hievon liegen in den Poljen	39%	39%	9%	39%	

Im Karstgebiete muss der Abgang im Flächenmasse des besseren Culturlandes durch dessen intensivere Nutzniessung möglichst eingebracht werden.

Die Natur bietet, trotz der in Beziehung auf die Niederschlagsverhältnisse nicht günstigen klimatischen Verhältnisse, die Möglichkeit hiezu.

Klima.

Unter den das Klima in seiner Gesammtheit bildenden meteorologischen Elementen interessiren für den vorliegenden Fall in erster Linie Niederschlag und Temperatur.

Die in den bedeutendsten hierländigen Karstbecken seit einer theils kürzeren, theils längeren Reihe von Jahren durchgeführten meteorologischen Beobachtungen bieten die Möglichkeit, über diese beiden, sowie die anderen wichtigsten meteorologischen

Erscheinungen, wenn auch wegen der Kürze der Beobachtungszeit noch nicht vollkommen genau zutreffende, so doch annähernd richtige Durchschnittswerte ermitteln zu können. Auf Grund derselben kann eine ziffermässig begründete allgemeine Charakteristik der hervorragenderen klimatischen Eigenthümlichkeiten der für die Cultur massgebenden Gebiete der Hercegovina und Bosniens geboten, und durch Beifügung correspondirender Daten der Nachbarländer, das klimatische Bild besser veranschaulicht werden.

Tabelle der Nieder-

Jahressumme und Vertheilung nach Percenten des Gesammt-Jahresniederschlages
der Niederschlagsverhältnisse

	Ostküste der Adria[1])			Hercegovina					
	Nördlicher Theil 46 — 45°	Mittlerer Theil 45 — 43°	Südlicher Theil 43 — 39°	Mostar	Humac	Trebinje	Široki-brieg	Ružići	Neve-sinje
									Meter
				64	89	310	270	318	890
				1882—1893	1887—1893	1886 1888—1891	1887—1893	1889—1892	1886—1888 1892—1893
December . . .	9	11	15	8	10	10	10	7	10
Jänner	7	9	10	7	11	11	8	12	11
Februar	6	8	8	4	9	6	8	5	9
März	7	10	9	9	9	11	11	9	11
April	7	6	6	12	10	13	12	13	6
Mai	8	6	5	6	6	4	5	5	6
Juni	8	6	4	7	2	3	5	4	6
Juli	6	3	1	5	5	2	2	3	4
August.	8	6	4	5	3	2	3	0	4
September . . .	10	8	7	10	7	5	8	9	5
October	13	12	13	14	14	18	14	21	13
November . . .	11	15	18	13	14	15	14	12	15
Jahr in *cm* . . .	130	83	128	110	121	146	152	173	163
Maximal - Niederschlag in 24 Stunden in *mm*	.	.	.	114	81	119	150	115	133

[1]) Hann, Klimatologie, Seite 408.
[2]) Hann, Klimatologie, Seite 483, 484.
[3]) Das angegebene Mittel der Jahresmenge der Station Avtovac dürfte, da die Daten für die regenreichen Jahre 1892 und 1893 fehlen und mit Rücksicht auf die örtliche Lage der Station, geringer als der thatsächliche

Über die Niederschlagsmengen liegt von sieben hercegovinischen und fünf bosnischen Stationen eine längere Reihe von Beobachtungsresultaten vor, deren jüngste im Jahre 1888, deren älteste 1882 begonnen hat. Die aus diesen Beobachtungen bis zum Jahre 1893 für jede Station ermittelten durchschnittlichen Gesammtjahressummen des Niederschlages und die percentuale Vertheilung auf die einzelnen Monate sind in der unterstehenden Tabelle zusammengestellt.

schlagsmengen.

von sieben hercegovinischen und fünf bosnischen Stationen, nebst Angabe der angrenzenden Länder.

		Übergangsgebiet	Bosnien					Ungarn-Österreich[2])			
Avtovac	Durchschnitt der sieben hercegovinischen Stationen	Livno[4])	Bjelina	Tuzla	Travnik	Sarajevo	Durchschnitt der vier bosnischen Stationen	Südwest-Ungarn, Croatien, Slavonien	Ungarische Ebene	Ost-Galizien, Bukowina, Siebenbürgen	Alpen, Österreich, Salzburg, Obersteiermark
Meereshöhe											
1015	.	729	94	272	530	540	.				
1883—1886 1888—1890	.	1887—1893	1888—1893	1883—1892	1888—1893	1882—1886 1888—1893	.				
6	9	7	8	7	5	6	7	8	8	6	6
9	10	6	8	5	10	6	7	6	6	4	5
5	7	8	6	5	8	7	6	5	5	5	5
9	10	10	8	7	9	7	8	7	7	7	7
15	11	10	9	9	7	7	8	8	7	7	7
7	6	7	8	10	7	7	8	9	11	12	10
7	5	7	15	13	8	9	11	11	12	15	12
3	3	7	6	11	10	8	9	9	11	14	13
5	3	4	7	8	7	9	8	9	10	11	13
7	7	7	9	8	8	10	9	9	6	7	9
17	16	14	7	10	10	13	10	10	8	6	6
10	13	13	9	7	11	11	9	9	9	6	7
127[3])	142	116	75	85	89	80	82	.	.	.	.
100	.	124	56	65	76	68	.	.	.	.	.

Durchschnitt des jährlich im Gackopolje fallenden Niederschlages sein. Das vierjährige Mittel aus den Jahren 1890 bis 1893 der ebenfalls im Becken von Gacko, aber 4 *km* nördlich von Avtovac gelegenen Station Gacko ergibt die Jahressumme von 179 *cm*.

[4]) Die Station liegt auf bosnischem Gebiete.

Nach Jahreszeiten zusammengefasst, ergibt sich als Mittel:

	der sieben hercegovinischen Stationen	des Übergangsgebietes, repräsentirt durch die Station Livno	der vier bosnischen Stationen
für den Winter. . . .	26% mit 37 *cm*	21% mit 24 *cm*	20% mit 16 *cm*
„ das Frühjahr . . .	27 „ 38	27 „ 31	24 „ 20
„ den Sommer . . .	11 „ 16	18 „ 21	28 „ 23
„ „ Herbst . . .	36 „ 51	34 „ 40	28 „ 23
	100% mit 142 *cm*	100% mit 116 *cm*	100% mit 82 *cm*

Es tritt aus diesen Werthen in der Hercegovina markant das dem subtropischen Klimagebiete eigenthümliche Überwiegen der Herbstregen und die Trockenheit des Sommers hervor. Auch die Angaben über die in 24 Stunden gefallenen maximalen Regenmengen lassen in der Hercegovina die dem Charakter des subtropischen Regengebietes entsprechende, bedeutend grössere Intensität der Regenfälle erkennen. Noch charakteristischer geben über dieses Detail die Angaben des Pluviometers Aufschluss, welcher in der Station Mostar die bisherigen grössten Schlagregen mit 1·50 *mm* per Minute registrierte, während das Maximum derselben in der Station Sarajevo 0·95 *mm* per Minute betrug. Im Vergleiche mit dem nahezu unter denselben Breitegraden gelegenen, zu Dalmatien gehörenden mittleren Theile der Ostküste der Adria, sind bereits die der Küste näher gelegenen Gebiete der Hercegovina durch eine höhere Jahresmenge ausgezeichnet, welche, landeinwärts fast continuirlich steigend, circa das doppelte der für die Küste angegebenen Durchschnittsmenge erreicht. Im Herbste und Frühjahre stürzen der Erde gewaltige Regenmengen zu, annähernd doppelt so viel als in derselben Jahreszeit in unseren regenreichen Alpenländern. Da ihr Abfluss infolge des dem Karste eigenthümlichen Mangels an normal ausgebildeten Flusssystemen, zumeist auf unterirdische, stellenweise aber zutage tretende Abflusscanäle angewiesen ist, hängt es von der Capacität und der Functionirung dieser unterirdischen Canäle ab, ob der gesteigerte Wasserzudrang unschädlich abgeleitet werden kann. In der Regel ist es nicht der Fall. Es entstehen dann die Herbst- und Frühjahrsüberschwemmungen.

Im Gegensatze zu diesem Regenüberfluss steht der Regenmangel im Sommer. In dieser Jahreszeit fallen in der Hercegovina im Durchschnitte nur 11% = 16 *cm* des Gesammtniederschlages von 142 *cm*. Der höchst ungünstige Einfluss, welchen dieses durch Zahlenwerthe ausgedrückte sommerliche Regenpassivum auf die Vegetation ausüben muss, lässt sich durch den Vergleich der Quantitäten der Sommerregen mit jenen der zum mitteleuropäischen Klimagebiete gehörigen Theile unserer Monarchie etwas näher veranschaulichen. Nach Sonklar ergeben sich für den mittleren Regenfall in den Alpenprovinzen von Österreich und Ungarn die folgenden Jahresmengen:

Ober- und Niederösterreich 83, Salzburg 115, Steiermark 93, Kärnten 107, Tirol und Vorarlberg 115, Galizien und Bukowina 73, Siebenbürgen 77 *cm*. Hievon fallen im Sommer im grossen Durchschnitte circa 36 *cm*, annähernd das doppelte Quantum wie in der Hercegovina.

Der schon durch die geringe Quantität so bedeutend reducirte Effect, welchen die Sommerregen in dieser Provinz auf die Vegetation auszuüben vermögen, wird noch durch eine Reihe anderer klimatischer Erscheinungen geschmälert.

Infolge der schon vorher erwähnten grösseren Intensität der Regenfälle verringert sich auch die Zahl der Regentage, die Regenwahrscheinlichkeit wird geringer. Vom Jahre 1888 bis 1891, für welchen Zeitraum die Daten mit Ausnahme einer Station complet vorliegen, betrug die Anzahl der Regentage mit $\geq$ als 0·1 *mm* Niederschlag:

Zahl der Tage mit Niederschlag in den Jahren 1888—1891.

In der Station	Lesina	Mostar	Humac	Širokibrieg	Avtovac[1])	Livno	Sarajevo	Travnik	Tuzla	Bjelina	Budapest	Wien (Hohe Warte)
	Meereshöhe in Metern											
	9	64	89	270	1015	729	540	530	272	94	153	203
Winter	(1)[2]) 26	(3) 16	(3) 23	(2) 20	(11) 19	(28) 38	(17) 24	(19) 23	(27) 33	(28) 29	(22) 33	(24) 39
Frühjahr	(1) 28	(1) 28	(2) 34	29	(9) 30	(8) 45	(7) 33	(6) 35	(8) 38	(6) 35	(5) 36	(7) 39
Sommer	11	11	12	9	17	25	23	25	29	21	30	47
Herbst	23	28	27	25	(2) 32	(4) 33	(4) 31	(5) 31	(4) 35	(4) 30	(3) 31	(3) 40
Jahr	(2) 88	(4) 83	(5) 96	(2) 83	(22) 98	(40) 141	(28) 111	(30) 114	(39) 135	(38) 115	(30) 130	(34) 165

[1]) Dreijährig: 1888, 1890, 1891. — [2]) Die eingeklammerten Zahlen bedeuten Schneetage.

Lesina und die niederen Theile der Hercegovina wiesen im Sommer durchschnittlich 11, Bosnien durchschnittlich 25, Budapest 30, Wien 47 Tage mit Niederschlag auf. So sehr schon die obigen Ziffern die in dieser Jahreszeit reducirte Regenwahrscheinlichkeit erkennen lassen, so ist dieselbe, praktisch genommen, noch viel grösser. Niederschläge, welche nur wenige Millimeter messen, sind für die Vegetation ganz belanglos; sie vermögen den Boden nicht zu durchfeuchten und der Pflanze die nöthige Erfrischung nicht zuzuführen. Unter den in der Hercegovina vorwaltenden Verhältnissen muss ein wirklich wohlthätig wirkender Regen etwa 10 und mehr Millimeter Niederschlagshöhe ergeben. Solcher Regentage wurden aber bisher im Zeitraume vom Juni bis Ende August durchschnittlich in Mostar 6, in Humac 4, in Širokibrieg 5 gezählt.

Diese Zahl ist sehr gering. Die Nachhaltigkeit ihrer Wirkung wird durch die stattfindende beschleunigte Verdunstung noch weiters beeinträchtigt. Dieselbe geht umso rascher vor sich, je trockener die Luft, je klarer der Himmel ist. Der viel gerühmte südliche Himmel mit seinem strahlenden Lichte überspannt im Sommer auch die Hercegovina, wie die nachstehenden in der zehntheiligen Scala ausgedrückten Bewölkungsmittel der Jahre 1888—1891 ergeben.

Bewölkungsmittel der Jahre 1888—1891.

Station	Lesina	Hercegovina			Livno	Bosnien				Budapest	Wien
		Mostar	Humac[1])	Avtovac		Sarajevo	Travnik	Tuzla	Bjelina		
Winter	4·7	3·7	3·4	4·1	4·8	7·2	6·7	7·1	7·0	6·4	7·3
Frühjahr	4·5	4·8	4·2	4·8	5·5	5·6	6·1	6·0	4·7	5·1	5·7
Sommer	1·8	2·6	1·3	2·5	2·9	3·6	4·2	4·0	3·1	4·1	5·1
Herbst	4·2	4·0	3·4	4·7	4·8	5·5	5·6	5·6	5·1	5·1	5·9
Jahr	3·8	3·8	3·1	4·0	4·5	5·5	5·6	5·7	5·0	5·2	6·0

[1]) Dreijährig: 1888, 1890, 1891.

Die Bewölkung nimmt von der Küste gegen das Innere des Landes allmählich zu und bleibt in der Hercegovina, namentlich im Sommer, namhaft gegen Bosnien und die nordwärts gelegenen Länder zurück.

Über die hierländigen Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft sind die Beobachtungen leider noch sehr lückenhaft. Die Luftfeuchtigkeit in % ausgedrückt, beträgt nach einjährigen Beobachtungen in Tuzla 73, in Sarajevo 77, in Mostar 53, in Wien durchschnittlich 76, in Lesina 63. Es dürften diese Daten die auffallende Trockenheit der Luft in der Hercegovina erkennen lassen. Dieselbe ist nach Hann*) eine Erscheinung, die überall dort habituell wird, wo die aus kalten Hinterländern kommenden kalten Luftströmungen auf eine wärmere Niederung oder in ein warmes Thalbecken herabfallen. Der Temperaturgegensatz ruft die Tendenz zu solchen kühlen Fallwinden hervor. In der That ist in der Hercegovina der vorherrschende Wind die Bora, die nicht selten mit ganz bedeutender Heftigkeit auftritt.

Die Trockenheit des Sommers ist umso bedauerlicher, als die hohen Wärmegrade der Hercegovina, bei entsprechender Bewässerung, eine geradezu üppige Vegetation hervorrufen; wie es überall dort der Fall ist, wo durch menschliche Nachhilfe dem Wassermangel abgeholfen wird. Die Sommerbewässerung in der Hercegovina bedeutet daher nicht bloss eine Steigerung der Ertragsfähigkeit, sie ist vielmehr eine Lebensfrage, von der die Prosperität der an den betreffenden Gebieten Antheil habenden Bevölkerung abhängt.

Viel günstiger ist in dieser Beziehung der ostwärts der Wasserscheide gelegene Theil Bosniens bedacht, welcher infolge der gleichmässigen Regenvertheilung in normalen Jahren weder an Überfluss, noch an Wassermangel leidet und für die Erzielung eines seinen Wärme- und Bodenverhältnissen entsprechenden Durchschnittserträgnisses im allgemeinen keiner künstlichen Nachhilfe bedarf.

Die Station Livno kann als Charakteristik des Übergangsgebietes zwischen den beiden Klimaten angesehen werden. Doch ruft leider auch hier die sommerliche Trockenheit noch nach Abhilfe.

Der zweite besonders für die Art der Vegetation entscheidende klimatische Factor sind die Temperaturverhältnisse. Zur vergleichenden Beurtheilung müssen mangels an absolut zutreffenden Durchschnittswerthen vorläufig die nur für einen beschränkten Zeitraum, und zwar für die vier Jahre 1888—1891, ermittelten Durchschnittsziffern dienen, welche des Vergleiches halber auch für die Stationen Lesina, Wien und Budapest berechnet wurden. (Siehe Tabelle nächste Seite.)

Die tiefer gelegenen Theile der Hercegovina, bis etwa 300 *m* Meereshöhe, weisen bereits subtropische Wärmeverhältnisse auf. Im oben genannten Zeitraume war die Durchschnittstemperatur des Jahres um circa 4° höher als jene der bosnischen Stationen. An dieser grösseren Wärme participirte in erster Linie der Winter. Seine mittlere Temperatur betrug 3·2° und war gegen die bosnischen Stationen um 6·2°, gegen Wien um 5·6°, gegen Budapest um 6·0° wärmer. In Mostar betrug der grösste Kältegrad zu den Terminbeobachtungen (8^h, 2^h, 8^h) —10·0°, in Humac und Sirokibrieg (7^h, 2^h, 9^h) sank die Quecksilbersäule unter Mitwirkung der Bora allerdings bis auf —13°, beziehungsweise —19°. Schneetage wurden in den drei Stationen im Jahre nur bis zu fünf gezählt.

*) Hann, Über die klimatischen Verhältnisse in Bosnien. LXXXVIII. Band der Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 1883.

Temperaturtabelle

für die Jahre 1888 bis 1891.

(Celsius-Grade im Schatten.)

Station	Küste	Hercegovina				Übergangsgebiet	Bosnien				Budapest	Wien
	Lesina	tiefere Lagen			höhere Lage	Livno	Sarajevo	Travnik	Tuzla	Bjelina		
		Mostar	Humac	Široki-brieg	Gacko							
Meereshöhe	9	64	89	270	960	729	540	530	272	94	153	203
Geographische Breite	43° 11′	43° 20′	43° 11′	43° 23′	43° 10′	43° 50′	43° 52′	44° 14′	44° 32′	44° 45′	47° 30′	48° 15′
Winter	8·1	4·6	3·8	1·2	−2·9	−1·3	−3·5	−3·3	−2·4	−2·6	−2·8	−2·4
Frühjahr	14·3	13·6	13·0	11·2	7·0	8·8	9·5	9·6	10·6	11·3	10·8	9·5
Sommer	23·9	25·0	23·6	22·1	17·8	18·6	19·6	19·0	19·3	20·7	20·3	18·2
Herbst	17·0	15·4	14·5	12·4	9·0	10·4	9·9	9·4	9·7	10·4	10·1	9·0
Jahr	15·8	14·7	13·7	11·7	7·7	9·1	8·9	8·7	9·3	10·0	9·6	8·6
Mittleres absol. Maximum[1])	32·2	42·3	34·4	36·5	29·6	32·1	33·2	34·6	35·7	36·4	33·4	31·8
Mittleres absol. Minimum[1])	−1·5	−6·0	−8·3	−16·2	−16·9	−15·7	−19·3	−18·8	−18·1	−20·9	−16·0	−16·2
Mittlere Jahresschwankung . . .	33·7	48·3	42·7	52·7	46·5	47·8	52·5	53·4	53·8	57·3	49·4	48·0
Absolutes Maximum[1]) . .	34·1	45·8	36·2	38·0	30·5	35·0	33·8	35·2	37·0	37·6	33·8	32·4
Absolutes Minimum[1]) . . .	−2·5	−10·0	−13·0	−19·0	−20·0	−17·1	−27·0	−27·5	−21·6	−23·1	−17·9	−17·8

[1]) Nach den Terminbeobachtungen.

In diesen Gegenden, besonders in Mostar, sind daher im December im Freien blühende Rosen keine Seltenheit, wohl aber die Schneedecke, denn die wenigen Schneefälle dauern nur einige Stunden, sind von geringer Intensität und vermögen der Sonnenwärme nicht standzuhalten.

Sommer und Herbst waren im Durchschnitt um 4° (4·3°) wärmer als in den angeführten bosnischen Stationen, um 5·4° (5·1°) gegenüber Wien, um 3·3° (4·0°) gegen Budapest. Am geringsten war die Differenz im Frühjahre mit 2·4°, respective 3·1° und 1·8°. Gegen die Adriaküste, repräsentiert durch die Station Lesina, war hingegen das Jahresmittel um 2·4°, der Winter, Frühjahr, Sommer und Herbst um 4·9°, 1·7°, 0·3° und 2·9° kälter.

Die Station Gacko in einer Höhe von 960 *m* kann als Repräsentant der höheren Lagen des culturfähigen Bodens in der Hercegovina angesehen werden. Das Jahresmittel betrug 7·7°, welches nur um 0·9° niederer ist als jenes von Wien in der Meereshöhe von 200 *m*, wobei jedoch die für die Reife des Getreides so wichtige Sommer- und Herbstwärme den bezüglichen Mitteltemperaturen Wiens sich noch mehr näherte.

Mit Wien zu vergleichen sind auch die Jahresmittel der in circa 500 *m* Meereshöhe liegenden Städte Sarajevo und Travnik, die jedoch einen kälteren Winter, hingegen einen wärmeren Sommer und Herbst besitzen.

Die dargestellten Annäherungen in den Monats- und Jahresmitteln erstrecken sich nicht auch auf die jährlichen, monatlichen und täglichen Temperaturschwankungen. Die Jahresschwankung zwischen der höchsten und tiefsten Temperatur betrug in der Hercegovina im Mittel 47·5° gegen 33·7° in Lesina; sie tritt noch bedeutender in Bosnien mit 54·2° auf, während Wien nur 48°, Budapest hingegen 49·4° aufwies. Der im mehrerwähnten Zeitraume von 1888—1891 beobachtete höchste Temperaturgrad erreichte in Mostar die bedeutende Höhe von 45·8°, in Bosnien (Station Bjelina) 37·6°; die grössten Kältegrade Gacko —20·0° und Travnik —27·5°. Dem entgegen für Lesina die bezüglichen Werte 34·1° und —2·5°, für Wien 32·4° und —17·8°, für Budapest 33·8° und —17·9° betrugen.

Das Klima der Hercegovina, noch mehr aber jenes von Bosnien, stellt sich daher als ein sehr excessives dar, und zwar auch in den Tages- und Monatsschwankungen, wie dies bereits Hann in seiner oben citierten Abhandlung hervorgehoben hat.

Als durchschnittliche erste und letzte Frosttage wurden in dem vorerwähnten Zeitraume beobachtet:

	Meereshöhe	erster	letzter Frosttag
Mostar	64 *m*	29. December	9. März
Humac	89 *m*	29. November	1. „
Širokibrieg . .	270 *m*	16. „	10. „
Gacko	960 *m*	13. October	11. April
Livno	729 *m*	28. „	24. März
Sarajevo . . .	540 *m*	29. „	23. „
Tuzla	272 *m*	2. November	25. „
Travnik . . .	530 *m*	29. October	17. „
Bjelina	94 *m*	31. „	19. „

Auch hier treten die für die Vegetation günstigen Temperaturverhältnisse der Hercegovina deutlich hervor.

Wir haben im Vorstehenden die einschlägigen Verhältnisse des bosnisch-hercegovinischen Karstgebietes hinsichtlich der vier Hauptbedingungen vegetabilischen Lebens:

Boden, Feuchtigkeit, Licht und Wärme in Kürze zu schildern versucht. Es erübrigt noch, für unser Karstland das Vegetationsbild darzustellen. Allerdings nicht vom Standpunkte des Botanikers, sondern von jenem des Meliorationstechnikers, dessen Aufgabe es ist, in die für die Agricultur von Natur aus vorhandenen Vegetationsbedingungen, wo eventuell nöthig, corrigirend einzugreifen, schädliche Einflüsse zu beseitigen, fördernde zu schaffen.

Der Wald.

Nicht mit Rücksicht auf die Nutzung, sondern als wichtigen Regulator für die Circulation des Wassers auf der Erdoberfläche, sind nach den Zwecken der vorliegenden Publication Umfang und Art der Bewaldung zu betrachten.

Von der gesammten Fläche des bosnisch-hercegovinischen Karstgebietes sind nach Katastralaufnahmen 37·0% bewaldet. Hievon entfallen auf den Gestrüppwald 25%, den Niederwald 4%, Hochwald 8%. In Bosnien beträgt das Waldareale 58%, hievon sind 29% Gestrüppwald, 6% Nieder- und 23% Hochwald. Das Verhältnis der Bewaldung ist demnach im Karstgebiete bedeutend ungünstiger als in Bosnien; sowohl hinsichtlich der gesammten Waldfläche, wie auch insbesonders mit Rücksicht auf den eigentlich nur in Betracht zu ziehenden Nieder- und Hochwald, welcher in der Hercegovina zusammen nur 12%, in Bosnien hingegen 29% der Gesammtbodenfläche einnimmt.

Der Hochwald besetzt vorwiegend die Höhen der Wasserscheide, der Gestrüpp- und Niederwald ist der Begleiter der, die tiefer liegenden Poljen und Thalsenkungen umschliessenden Bodenerhebungen. Infolge der in früheren Zeiten betriebenen Vernichtung des Waldes, theils wegen Verwertung des Holzes, theils zum Zwecke der Vergrösserung des Weidelandes und eines barbarischen Weidebetriebes, ist vom Gestrüpp- und Niederwald zumeist nur vom Vieh verbissenes niederes Eichengestrüppe übriggeblieben, dessen Wurzeln mit zunehmendem Holzmangel hie und da sogar ausgegraben und verwertet wurden.

Seit der Occupation ist dieser Misswirtschaft nicht nur Einhalt gethan, sondern derselben mit bestem Erfolge auch entgegengearbeitet worden. Einschränkung der Weide und successive Reducirung des Ziegenstandes, Schonung der Waldbestände und Säuberung derselben sind jene Massnahmen, welche, verbunden mit der ausserordentlichen Vegetationskraft der als Gesträuch noch erhaltenen Waldreste, die natürliche Aufforstung des Karstes beschleunigen. An vielen Orten hat man Gelegenheit zu beobachten, wie nach rationellem Abhiebe der verbissenen Loden des Eichengestrüppes und darauf folgender Schonung, aus kaum meterhohem Gestrüppe, im Laufe von drei bis vier Jahren kleine Wälder von 2—3 *m* hohen Bäumchen entstehen, deren Wachsthum in diesem Stadium bereits vollkommen gesichert, in nicht zu ferner Zeit die Existenz schöner Eichenbestände garantirt. Die weissen blendenden Karstlehnen, welche zur Zeit der Occupation das hervorragendste Merkmal der Hercegovina waren, werden allmählich durch das Grün der jungen Wälder belebt, und gewähren schon jetzt ein unvergleichlich günstigeres Bild als jene des angrenzenden Dalmatiens, in welchem das Entstehen neuen Baumwuchses mit viel ungünstigeren Bedingungen zu kämpfen hat.

Wenn aber auch die Waldvegetation mit sichtlichem Fortschritte sich zu heben beginnt, so wird es doch eines langen Zeitraumes bedürfen, bis der Karstboden unter dem Schutze der Wälder wieder mit der ihm entrissenen Humusschichte bedeckt ist, bis der Wald seine segensreiche Wirkung auf die Wassercirculation auszuüben vermag. Diese liegt hauptsächlich in der Verzögerung des raschen Versickerns, der besonders im Herbst sehr intensiven atmosphärischen Niederschläge in den Karstboden.

Die Überschwemmungsverhältnisse der Karstthäler und Becken gestalten sich umso ungünstiger, je grösser und ungehinderter der Wasserzufluss ist. Dieser erreicht aber sein Maximum dann, wenn die von der Vegetation entblössten Karstflächen den atmosphärischen Niederschlag fast ohne jeden Verlust aufsaugen und durch die zahllosen Spalten des Gesteines den im Innern vorhandenen unterirdischen Abflusscanälen und Reservoirs übermitteln. Die Vegetationsdecke, insbesondere der Wald, vermag diesen Process wenigstens aufzuhalten und jedenfalls auch die Menge des unterirdisch zum Abflusse kommenden Wassers zu verringern; letzteres schon deshalb, weil das von der Pflanze aus dem Erdboden aufgesaugte Wasser der Atmosphäre durch den Circulationsprocess infolge der Verdunstung zum grossen Theile wiedergegeben wird.

In dieser Hinsicht ist also im Karst dem Walde als Regulator der Wassercirculation eine wichtige Bedeutung zuzumessen. Hingegen vermag derselbe, nach mehrfachen Beobachtungen, in diesen Gebieten einen wesentlichen Einfluss auf Vermehrung der Quellenbildung nicht auszuüben. Damit das die oberste Erdkrume durchdringende atmosphärische Niederschlagswasser vor dem weiteren Versiegen in die tieferen Lagen der Erdrinde abgehalten und gezwungen werde, in Quellenform wieder an das Tageslicht zu treten, bedarf es einer unter der obersten Erdkrume in entsprechender Tiefe liegenden zusammenhängenden und geneigten wasserundurchlässigen Schichte, welche das den Gesetzen der Schwere folgende ungehinderte Herabsinken des Wassers in die Tiefe verwehrt, letzteres aufhält und zutage befördert. Der, die Zwischenräume des Karstbodens ausfüllende, rothe Lehm bildet keine zusammenhängende Schichte von grösserer Ausdehnung und von gleichsinnigem Gefälle. Es fehlt demnach im reinen Karstlande diese den impermeablen Gesteinsschichten eigenthümliche Vorbedingung für die Quellenbildung. Der Wald erweist sich nur dadurch nützlich, dass er die Lehmschichte, wo selbe vorkommt, vor der Zerstörung durch die atmosphärischen und mechanischen Einwirkungen schützt und den zu raschen Abfluss des Wassers auf denselben verhindert.

Es möge noch kurz seines Einflusses auf die Wirkung der Bora gedacht werden.

Ebenso wie den Karstgebieten der Monarchie, ist auch jenen Bosniens und der Hercegovina die Bora als unliebsame Beigabe zugesellt. Mit vehementer Gewalt fegt sie durch das Land, aus den Spalten des zerklüfteten Gesteines von den ihr besonders ausgesetzten Karstlehnen jedes lockere und nicht durch die Vegetation gebundene Erdpartikelchen mit sich fortreissend, so den Boden seiner fruchtbaren Decke beraubend und allmählich nur das nackte Gestein zurücklassend. Gegen diese zerstörende Wirkung vermag der Wald, mit der beruhigenden Wirkung seines Laubdaches und mit der bindenden Kraft seiner Wurzeln, wenigstens für seine nächste Umgebung vortheilhaft einzuwirken. Wo der Wald, oder wenigstens sein Wurzelgeflecht noch besteht, sollte daher Beides umso sorgfältiger gehütet werden, als gerade an jenen Stellen, welche der Bora besonders ausgesetzt sind, die Aufforstung mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die bei Mostar gepflanzten und mit aller Sorgfalt gepflegten Baumanlagen und auch die in anderen Karstgebieten der Monarchie gemachten Erfahrungen zeigen.

Der Schonung der in der Hercegovina vorkommenden Niederwaldbestände muss daher vom Standpunkte des Hydrotechnikers und des Landwirtes das grösste Gewicht beigelegt werden, umsomehr als aus dem Vorgesagten ersichtlich ist, mit welchen Schwierigkeiten dort, wo auch die letzten Reste der Waldvegetation, das Gestrüpp und das Wurzelgeflecht, verschwunden sind, die Wiederaufforstung zu kämpfen hat. Glücklicherweise ist die Landesverwaltung dieser Aufgabe sich wohl bewusst, und

sind die Folgen der seit Jahren vorgenommenen Schonungen der Wälder, die Einschränkung des Weideganges der Ziegen, dieser Todfeinde jeder aufkeimenden Baumvegetation, von den sichtbar günstigsten Folgen begleitet, welche, in consequenter Weise durchgeführt, den trostlosen Charakter der Karstlandschaft in vielen Theilen der Hercegovina bald verschwinden lassen werden.

Ackerbau und Wiesencultur.

Die klimatischen Verhältnisse von Bosnien und der Hercegovina gestatten den Anbau des Getreides bis zu Höhen von 1200 *m*, im südlichsten Theile sogar bis 1400 *m*; selbstverständlich unter mit zunehmender Höhe abnehmender Intensität der Production und Anzahl der anbaufähigen Getreidearten. Die Niederungen der Save und Narenta, sowie alle Fluss- und Kesselthäler bis zu einer Seehöhe von 600 *m* bilden das Hauptgebiet des Getreideanbaues, in welchem ausser den gewöhnlichen Winter- und Sommerhalmfrüchten auch die Lieblingsfrucht der einheimischen Bevölkerung, der Mais, mitgebaut wird. Über diese Höhe hinaus, bis circa 800 *m* über dem Meere, kann im allgemeinen noch Sommer- und Wintergetreide mit Sicherheit und gutem Erfolg gesäet werden, während in der Region von 800—1200 *m* Erhebung wir die Sommerhalmfrüchte vorherrschend finden. Diese Höhenzoneneintheilung ist jedoch keine bis ins Detail genau zutreffende. Die typische Pflanze der untersten Region, der Mais, wird besonders im Süden des Gebietes und in geschützten Lagen auch sehr häufig noch über 600 *m* angetroffen. Der Winterweizen, als Repräsentant der in der Zone von 600—800 *m* ansteigenden Culturpflanzen, kommt unter günstigen örtlichen Verhältnissen, speciell in der Hercegovina, auch bis 1000 *m* vor, und schliesslich wagt der Hafer, als widerstandsfähigste Pflanze der dritten Höhenzone, an manchen Stellen bis zur Waldgrenze und sogar über diese hinauszugehen. Für die allgemeine Beurtheilung können jedoch die Schichtenlinien 600, 800 und 1200 *m* als obere Grenzen der drei Hauptproductionszonen angenommen werden.

Noch ist aber die Frage zu beantworten, ob die der Vegetation so günstigen Wärmeverhältnisse auch durch die Fruchtbarkeit des Bodens unterstützt werden, damit aus der intensiven Bearbeitung desselben, aus den durch Meliorationsarbeiten nutzbar zu machenden Flächen, eine den aufgewendeten Kosten entsprechende Rente erzielt werde. Diese Frage, welche sich bei der Verschiedenartigkeit der Bodenverhältnisse in ihrer Allgemeinheit nicht so leicht beantworten liesse, kann jedoch, wenn speciell nur die der Melioration im grossen Massstabe bedürftigen Landestheile ins Auge gefasst werden, eine genügende Aufklärung finden.

Anscheinend könnten hierüber die Zehenterträgnisse der in Frage kommenden Gegenden die genauesten Aufschlüsse geben, da der an Stelle der Grundsteuer vom Staate eingehobene Zehent, wie schon sein Name sagt, der zehnte Theil des Bruttoerträgnisses der Ernte ist. Dieser Massstab würde aber hinsichtlich der wirklich erreichbaren Ertragsfähigkeit des Bodens unrichtige, und zwar zu niedere Werthe liefern.

Es ist eine oftmals beobachtete Thatsache, dass in jenen Ländern, welche die Natur mit ihren Gaben reich bedacht hat, dieselben durch die menschliche Arbeit nur dann in vollem Masse ausgenützt werden, wenn mit der gesteigerten Cultur auch die Bedürfnisse sich mehren, deren Erwerbung den Menschen zur Arbeit und zum Aufgebote aller Hilfsmittel zwingt, um dem Boden ein erhöhtes Erträgnis abzugewinnen. Auch Bosnien und die Hercegovina sind Beispiele hiefür.

Es ist kaum glaubhaft und doch Thatsache, dass noch am Ende dieses Jahrhunderts die politische Grenze zweier Reiche auch gleichzeitig eine so grelle Scheidelinie in den Culturzuständen zweier unmittelbar nebeneinander wohnender Völker bedingen konnte, wie es zwischen Österreich-Ungarn und Bosnien mit der Hercegovina der Fall war und, da sich der Umwandlungsprocess doch nur allmählich vollzieht, zum Theile auch noch heute ist.

Der Ackerbau als Basis des ganzen volkswirtschaftlichen Lebens eines Volkes, dessen Masse in demselben seine Existenzbedingung findet, bildet einen der Gradmesser der culturellen Zustände. Und mit welchen Mitteln wurde und wird derselbe zum grossen Theile noch heute in Bosnien betrieben? Als einzige landwirtschaftliche Geräthe finden wir den hölzernen Pflug, die bosnische Haue, als Egge ein Bündel trockenes Reisig. Mit diesen Instrumenten kann auch aus dem fruchtbarsten Boden nur ein geringer Ertrag gezogen werden, und selbst dieser wird noch durch die primitive Art des Drusches und der Sortirung geschmälert. Da aber mit dem Pfluge nur die oberste Erdkruste sozusagen geritzt werden konnte und demnach bald ihre Zeugungskraft verlor, so musste, um die Erdkrume wieder fruchtbar zu machen, ihr eine mehrjährige Ruhepause gewährt werden, während welcher sie als Brachland liegen blieb und nur dem Unkraut als Nährboden diente.

Seit der Occupation hat sich durch das Beispiel der von der Regierung errichteten landwirtschaftlichen Stationen und durch die seit einigen Jahren vorgenommene umfassende Vertheilung von entsprechenden Ackergeräthen, wie auch durch die ein gutes Vorbild gebende Wirtschaftsweise der in verschiedenen Theilen des Landes angesiedelten Colonisten, wohl schon vieles zum Bessern gewendet. Der eiserne Pflug, das tiefgründige Ackern, die modernen landwirtschaftlichen Geräthe kommen allmählich, insbesonders in der Saveniederung, immer mehr zur Anwendung. Die allgemeinere rationelle Ausnützung des Bodenerträgnisses leidet aber noch immer unter der primitiven Bearbeitung des Feldes. Ein richtiges Bild des erreichbaren Bodenerträgnisses geben daher, mit Ausnahme einiger besser cultivirter Gebiete, so z. B. der Ebene bei Trebinje, vorläufig nur die im normalen Wirtschaftsbetriebe stehenden landwirtschaftlichen Stationen.

Als charakterisirendes Beispiel wollen wir das Ernteergebnis des Weizens anführen.

In der Ebene bei Trebinje, welche in der Hercegovina für die Lagen bis zu 300 *m* Meereshöhe als Massstab angenommen werden kann, geben die bewässerten, sonst aber im gewöhnlichen Wirtschaftsbetriebe der Bevölkerung stehenden Felder eine zehnfache, bei nicht bewässerten eine sechs- bis siebenfache Ernte.

Die Station Livno (729 *m*) ist für das Becken des Livanjskopolje und das Buškoblato, die Station Gacko (960 *m*) für das Gackopolje massgebend. In ersterer Station kann der Weizen, welcher hier eine siebenfache Ernte erzielt, noch als Winterfrucht gesäet werden; in letzterer Station gedeiht derselbe zwar auch als Winterfrucht, dessen Reife erfolgt aber sehr spät, so dass daher der Weizen hier zumeist nur über Sommer gebaut wird und das fünffache Saatkorn einbringt.

Diesen Ernteergebnissen gegenüber wäre zum Vergleiche beizufügen, dass nach den Angaben von Guido Kraft über Weizensaat und Ernte für letztere nach den verschiedenen Bodengattungen folgende Erträgnisse angenommen werden können: auf geringem Weizenboden circa das 5fache; auf mittlerem Weizenboden circa das 8fache; auf gutem, in reichem Düngungszustande stehendem, das 12—17fache Erträgnis.

Nach den statistischen Ausweisen der Handels- und Gewerbekammern von Agram*) und Essegg**) berechnet sich das Weizenernteerträgnis per Hektar, im Bereiche der zum erstgenannten Handelskammergebiet gehörenden Vicegespanschaften mit 10 *hl*, im Bereiche der letztgenannten Handelskammer mit 15·5 *hl*, und ergaben sonach bei Annahme von 2 *hl* Saatgut per Hektar, das fünf-, beziehungsweise achtfache Saatkorn.

In Sicilien, der einstigen Kornkammer des römischen Reiches, wird beim Weizen im Durchschnitte das elffache Saatkorn gewonnen.***)

Nach den vorstehenden Daten sind speciell die tiefer gelegenen Theile der Hercegovina für den Getreidebau ganz vorzüglich geeignet, sie versprechen bei genügender Bewässerung und rationellem Wirtschaftsbetriebe die höchsten Erträgnisse.

Aber auch selbst dann, wenn dieses Ziel erreicht wird, ist das Flächenmass des vorhandenen und bewässerbaren Ackerlandes zu gering, um den vollen Getreidebedarf der Hercegovina zu decken. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen ist die Einfuhr an Cerealien sogar eine sehr bedeutende. Der Ausfall in diesem Productionszweige, welcher ohne genügenden Ersatz ein namhaftes wirtschaftliches Deficit bedeuten würde, muss durch anderweitige Einnahmsquellen gedeckt werden. Als solche treten in den tieferen Lagen die Erträgnisse des Tabak- und Weinbaues, der Olive und anderer Südfrüchte, in den höheren jene der Viehzucht.

Die Cultur des ganz ausgezeichnet gedeihenden Tabakes ist nicht allein lohnender als der Getreidebau, sie bildet auch für den Staat eine seiner bedeutendsten Einnahmsquellen.

Nicht minder liefert die Weincultur, insbesonders in der Hercegovina, ein edles, den besten Insulanerweinen vergleichbares Product. Dieses Land ist infolge der höheren Wärme und des langandauernden Herbstes förmlich prädestinirt für den Weinbau. Die Trockenheit des Sommers schadet dem Weinstock nicht, da der tiefreichenden Rebenwurzel die im Untergrunde angesammelten Reste von Feuchtigkeit noch zugänglich sind. Aus der in den Spalten des Karstgesteines eingelagerten Erde, aus dem für andere Culturgewächse kaum mehr benutzbaren schweren Schotterboden wächst die Rebe empor. Dem bahnbrechenden Beispiele der staatlichen Weinbauschule in Mostar (Taf. XI, Fig. 2) ist die Lösung des Problems zu danken, wie die weitausgedehnte Ebene unterhalb Mostar aus einem nahezu ganz unfruchtbaren Schotterfelde zu ertragsreichem Culturlande umzugestalten ist.

Weitere ertragsfähige Culturen sind jene der Oliven-, Feigen- und Maulbeerbäume, vielversprechend ist auch jene der wohlriechenden Pflanzen. Wir können nicht unterlassen, in dieser Beziehung den Ausspruch des bekannten Naturforschers und genauen Kenners der Balkanhalbinsel Dr. Ami Boué†) anzuführen.

Am Schlusse seiner Abhandlung über Karst und Trichterplastik unterzieht der genannte Autor auch das Verhältnis der Karstbildung zum Menschen einer näheren Untersuchung, und indem er dasselbe keineswegs als so trostlos schildert, wie es ziemlich allgemein angesehen und, der Wüste ähnlich, als unproductiv beurtheilt wird, kommt er, die Mittel zur Hebung der Cultur des Karstes besprechend, zu folgendem Resumé:

---

*) Statistischer Ausweis der Handelskammer in Agram für die Jahre 1881—1885. Agram 1887.

**) Bericht der Handels- und Gewerbekammer für Slavonien in Essegg über die volkswirtschaftlichen Verhältnisse des Kammerbezirkes im Jahre 1890.

***) Fischer, Beiträge zur physischen Geographie der Mittelmeerländer.

†) Dr. Ami Boué, Über Karst- und Trichterplastik. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe, XLIII. Band.

„Auf diese Weise können selbst Karstgegenden endlich gesegnete Länder werden, wie so manche Öl- und Maulbeerbäume, sowie köstliche Weingegenden des mittelländischen Europas, indem sie zu gleicher Zeit hie und da, wie in der Provence, die günstige Region der wohlriechenden Pflanzen, der Stoffe zu den feinsten und gesuchtesten Geruchsessenzen bilden.

„Wenn z. B. die Karstgebilde der Hercegovina und des maritimen Albanien auf diese Weise benützt würden, so bliebe kaum ein Zweifel, dass ihre jetzt so unproductiven Felsenstrecken einst mit den mittelländischen Küsten Griechenlands, Neapels, Frankreichs und Spaniens an theuren Exportartikeln wie Seide, Öl, Wein, Rosinen, Korinthen und Parfumeriewaren wetteifern würden."

Die sehr beherzigenswerthen Ausführungen dieses Naturforschers finden einen classischen Zeugen. Plinius der Jüngere erwähnt in seiner Naturgeschichte, XXI. Buch, XIX. Capitel, dass die im Alterthum zur Erzeugung von Salben hochgeschätzte wohlriechende Pflanze, die Lilie, am besten im Waldgebiete der Narenta gedeiht.

Das vorgeschilderte Vegetationsbild ändert sich mit der landeinwärts gegen die Wasserscheide allmählich ansteigenden Höhenlage der Poljen. In den höher gelegenen steht das Erträgnis des Ackerbaues, selbst bei rationellem Betriebe, quantitativ gegen die der Küste nahegelegenen Becken und Thalsohlen zurück; an Stelle der Cultivirung hochwerthiger Nutzgewächse tritt die Viehzucht. Diese wird in hohem Masse durch die in nicht zu grosser Entfernung von den Poljen gelegenen Alpenweiden gefördert.

Die Hochplateaux und Kuppen der Wasserscheide sind von ergiebigen und herrlichen Alpenweiden bedeckt, deren würzige Kräuter den Sommer über einen grossen Viehstand zu ernähren vermögen. Die Ausdehnung der Alpenweiden, insoferne dieselben für die wirtschaftlichen Verhältnisse des Karstgebietes in Betracht kommen, beträgt 171.000 *ha*.

In den letzten Jahren betrug der sommerliche Auftrieb:

44.400	Stück	Grossvieh
653.000	„	Kleinvieh
8.000	„	Pferde.

Diese Alpenweiden stehen mit den Poljen in engem wirtschaftlichen Zusammenhange. Der beträchtliche Viehstand, welcher den Sommer über auf den Hochweiden Nahrung findet, muss über Winter, im Spätherbste und Frühjahr zumeist in den Poljen erhalten werden. Es geschieht auf die primitivste Weise, durch Beweidung der Wiesen und der Stoppelfelder, die so früh als nur möglich begonnen und bis in den Winter hinein betrieben wird. Nicht selten müssen die Thiere noch aus dem Schnee sich mühselig die Nahrung hervorsuchen. Der für den Winter nöthige Heuvorrath wird den zumeist versumpften Wiesenflächen entnommen, die infolge der Versumpfung und sommerlichen Dürre nur wenig und sehr minderwerthiges Heu zu liefern vermögen. Entkräftung und Entwerthung der Thiere infolge Futtermangels, Nothverkäufe vor Beginn des Winters sind die Folgen dieser Wirtschaftsweise, und die Gegenden, denen in der Viehzucht die Ressourcen zur Wohlhabenheit geboten sind, zählten noch vor kurzer Zeit zu den ärmsten des Landes.

Die rationelle volle Ausnützung beider Wirtschaftsgebiete, der Poljen und der Alpenweiden, bedingt daher in erster Linie die Pflege der Wiesencultur in den Poljen.

Weit ausgedehnte, fruchtbare Flächen stehen diesen Zwecken zur Verfügung, doch leiden sie unter dem ungeregelten Verlaufe der Überschwemmungen und den Folgen derselben, der Versumpfung; im Sommer hingegen unter der Trockenheit. Die

letztere beeinträchtigt auch sehr wesentlich den Effect der Hochweiden, denn wenn auch der reichliche Thaufall den Gräsern und Kräutern noch einigen Ersatz für den Abgang des Regens bietet, den Mangel an Tränkewasser vermag derselbe nicht zu ersetzen.

Der vorstehenden Schilderung der meteorologischen, der Boden- und Agriculturverhältnisse, welche bei Darstellung der einzelnen Meliorationswerke noch ihre eingehendere Ausführung finden wird, ist zu entnehmen, dass das bosnisch-hercegovinische Karstgebiet zwar die Bedingungen einer entschieden günstigen Prosperität besitzt, dass dieselbe jedoch durch mancherlei Umstände beeinträchtigt wird, und zwar in den Poljen im Frühjahre und Herbst durch die Überschwemmungen, im Sommer durch die Dürre; auf den Hochweiden durch den Mangel an Tränkewasser für die Thiere.

Um diese Übelstände zu beseitigen, muss die menschliche Hand helfend eingreifen, damit die Folgen der vorhandenen excessiven Erscheinungen sowohl hinsichtlich des Wasserregimes, wie auch der Niederschlagsverhältnisse von den bedrohten Gebieten abgewendet werden. Der Einzelne ist diesem Walten der Naturkräfte gegenüber machtlos. Ein Zusammenwirken der Interessenten zu gemeinsamer Action ist nach den Besitz- und Vermögensverhältnissen der hierländigen Bevölkerung weder zu verlangen noch zu erreichen. Hier muss der Staat initiativ vorgehen, will er das Volk aus den Banden eines armseligen Daseins befreien, und ihm die Möglichkeit bieten, die Früchte seines Fleisses voll und ganz zu geniessen. Es geschieht nicht zu seinem Nachtheile, denn aus dem erhöhten Wohlstande des Volkes schöpft er neue Einnahmsquellen, und die Hebung des materiellen Wohles ist der am schnellsten und dankbarsten empfundene Beweis staatlicher Fürsorge.

Die Aufgaben, welche dem Techniker bei dieser Action gestellt werden, sind schon aus der vorgegebenen Schilderung zu entnehmen, sie lassen sich kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Je nach den örtlichen Verhältnissen gänzliche Beseitigung oder Einschränkung der Überschwemmung der Poljen; nach Möglichkeit Einführung einer künstlichen Bewässerung in denselben. Wasserbeschaffung für den Nutzgebrauch von Menschen und Thieren.

Speciell die Beseitigung der Überschwemmungen erfordert in den Karstbecken das eingehendste Studium der hydrographischen, wie auch der Boden- und Bewirthschaftungsverhältnisse.

Ersteres wird nicht allein auf das zu meliorirende Polje, sondern auch auf die mit denselben im hydrographischen Zusammenhange stehenden Karstbecken, hauptsächlich auf die tiefer liegenden geschlossenen, zu erstrecken sein. Bei letzteren deshalb, weil deren Inundationsverhältnisse durch die Entwässerung der höheren Thalstufen ungünstig beeinflusst werden können. Wenn auch die unterirdische Bewegung des Wassers im Karste in ihren principiellen Ursachen ergründet ist, so kann doch die Rückwirkung der Entlastung des höheren Polje auf das correspondirende tiefer liegende, in jedem einzelnen Falle, nur durch eingehende mehrjährige Beobachtungen erkannt werden. Die Melioration der Poljen, insbesonders in Hinsicht auf deren Entwässerung, entzieht sich daher einer schematischen Behandlung, umsomehr als bis jetzt hiefür nur wenige Erfahrungen vorliegen.

In allen Karstprovinzen Österreich-Ungarns sind die oben erwähnten Aufgaben zum Gegenstande von Studien gemacht worden. Von jenen, die allgemeinere Publicität erhielten und für unsere Zwecke von besonderem Interesse sind, wären zu erwähnen:

Die im Jahre 1872 über Anregung des seinerzeit bestandenen k. k. Generalcommandos in Agram als Verwaltungsbehörde Croatiens und Slavoniens von Dr. Tietze erfolgte geologische und hydrographische Untersuchung der Gegend zwischen Karlstadt und dem nördlichen Theile des Canals der Morlacca behufs möglichster Abhilfe des Wassermangels.*)

Die im Auftrage des k. k. Ackerbauministeriums und der Landesregierung von Krain im Jahre 1886 begonnene systematische Durchforschung der unterirdischen Wasserläufe und Höhlen des Laibach- und Gurkflussgebietes in Innerkrain zur Eruirung der Mittel, wie den Überschwemmungen der in diesen Flussgebieten gelegenen Kesselthäler**) möglichst abgeholfen werden könne.

Die im Auftrage des k. u. k. gemeinsamen Reichsfinanzministeriums als oberste Verwaltungsbehörde Bosniens und der Hercegovina vom Ingenieur Riedl***) durchgeführte hydrologische Untersuchung des südlichen Gebietes der Narenta.

Die letztgenannte Arbeit schildert die ersten bahnbrechenden Anfänge der bosnisch-hercegovinischen Landesverwaltung auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Melioration, deren bisherige Ausgestaltung in den folgenden Abschnitten beschrieben wird. Als Behelfe hiezu dienten die von bewährten Fachmännern aufgestellten Projecte, deren Realisirung, soweit dieselbe bisher vorgeschritten ist, dem Verfasser vom Beginne an zu verfolgen Gelegenheit geboten war.

Von der Anschauung ausgehend, dass die befriedigende Lösung von Meliorationsaufgaben nicht allein in der Anpassung derselben an die geometrisch abgezirkelten Formen der Natur, sondern sehr wesentlich an die Beachtung der wirtschaftlichen und selbst mancher politischer Factoren, sowie der Bedürfnisse, zu deren Befriedigung sie geschaffen sind, gebunden ist, wurde die Darstellung dieser Verhältnisse in den Rahmen der Publication einbezogen.

Den Ingenieur, welchem die Durchführung derartiger Aufgaben übertragen ist, werden in erster Linie die grundlegenden Ideen, nach welchen das Werk auszuführen kommt, beschäftigen. Diese sind den geänderten Verhältnissen entsprechend immer neu zu bilden; die Details der Ausführung bewegen sich dann in den gewöhnlichen, durch Theorie und Praxis vorgeschriebenen Geleisen. Die ersteren und ihren Zusammenhang mit den localen Verhältnissen zu schildern, stellte ich mir vom technischen Standpunkte zur Aufgabe. Über die Details einzelner wichtigerer Objecte werden die nach der Ausführung gebotenen Pläne weiteren Aufschluss geben können. Nur bei den Cisternen erfolgte insoferne eine Ausnahme, als der Beschreibung über die noch wenig bekannte Art der Verwendung der terra rossa ein etwas weiterer Spielraum eingeräumt wurde. Infolge dieser Gruppirung ist die vorliegende Publication keine einseitig technische geworden, sie gelangt auch in den Ideenbereich jener Leser, welche sich für den wirtschaftlichen Aufschwung Bosniens und der Hercegovina interessiren.

*) Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt, 1873.

**) Franz Kraus, „Die Entwässerung in den Kesselthälern von Krain.“ Wochenschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines, 1888, Nr. 13, S. 129 ff. — Wilhelm Putik, „Die Ursachen der Überschwemmungen in den Kesselthälern von Innerkrain“. Wochenschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines, 1888, Nr. 34 und 35; 1889, Nr. 46 und 47.

***) Riedl, „Über landwirtschaftliche Meliorationen in der Hercegovina“. Wochenschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines, 1889, Nr. 17 und 18.

Tafel II.

UEBERSICHTSKARTE

für das Livanjsko polje und das Buško blato

Gemeindegrenzen

Maßstab 1:450.000

0 5 10 20 Kilometer

Geograph. Anstalt v. H. Wagner & E. Debes in Leipzig

Die Melioration des Livanjskopolje.

Im Westen Bosniens, nahe der dalmatinischen Grenze, findet sich eine ring's von Bergen umschlossene, weit ausgedehnte Thalsenkung, welche wir nach dem wirtschaftlichen Centrum derselben, der Stadt Livno, das Becken von Livno nennen können (Taf. II). In seiner Längenausdehnung von 65 *km* liegt es parallel dem Streichen des dalmatinischen Hauptzuges der dinarischen Alpen und der nächsten innerbosnischen Hauptgebirgskette. Die mittlere Breite kann mit circa 6 *km*, der Flächenraum daher mit circa 400 km^2 angenommen werden.

Die über das Becken geführten Reliefschnitte (vide Taf. I, Fig. 1, 2), denen wir des Vergleiches halber auch einen Schnitt durch das entlang der montenegrinischen Grenze sich erstreckende Karstgebiet beigefügt haben, lassen uns dasselbe als die mittlere von drei übereinander liegenden, durch parallel laufende Gebirgsketten geschiedene Thalsenkungen erkennen. Von diesen drei Thalstufen sind die beiden oberen Kesselthäler und auf den unterirdischen Abzug des Wassers angewiesen; der tiefsten, dem in Dalmatien gelegenen Sinjskopolje, ist durch das Cetinathal der offene Weg ins Meer ermöglicht.

Eine ganz geringfügige Terrainerhöhung südlich der Strasse Livno—Prolog trennt die Sohle des Beckens in zwei Abschnitte. Der nördlich gelegene wird Livanjskopolje, der südliche Buškoblato genannt.

Beide Gebiete erhalten aller Wahrscheinlichkeit nach ihren Wasserzuzug durch den Abfluss aus den oberhalb derselben gelegenen Thalstufen, dem Glamočer-, beziehungsweise dem Duvnopolje. Ein nicht unbeträchtlicher Theil der dem Livanjskopolje zuströmenden Wassermengen dürfte das Glamočerpolje auch unterirdisch passiren. Über die Quantität der gesammten ins Livanjskopolje gelangenden Wassermengen können auch nicht annähernd genaue Daten gegeben werden. Nur die im südlichsten Theile, in der Ecke von Livno gelegenen, aus Karstquellen gespeisten Bäche, die Bistrica, Studba und Žabljak, führen continuirlich Wasser, und zwar per Secunde:

	bei Niederwasser m^3	bei Hochwasser m^3
die Bistrica	0·79	ca. 43·0
„ Studba	1·97	„ 63·0
der Žabljak	2·00	„ 31·0

Der ganze übrige Theil des Polje entbehrt während des Sommers jeden weiteren Zuflusses. Das Bild ändert sich aber mit dem Eintritte der Regenperiode im Herbste und Frühjahr. Dann gleichen lange Strecken des östlichen Lehnenfusses einem Siebe, dessen Maschen zahllose Quellen entströmen; einige Felsschlünde, die beim Verlaufen des Wassers dasselbe aufnehmen, speien grosse Mengen aus; die oberwähnten Bäche treten in das Maximum ihrer Leistungsfähigkeit, welche bei aussergewöhnlich langer

Dauer oder Intensität der Niederschläge mitunter das vorangegebene gewöhnliche Hochwasserquantum noch bedeutend übersteigt. (Die Hochwassermenge der Studba wurde im Jahre 1891 mit 115 m^3 per Secunde constatirt.)

Das Buškoblato erhält seinen Zufluss ebenfalls aus Karstschlünden. Der bedeutendste bei Vrelo speist den Hauptbach des Blato, die Ričina. Die Maximalzuflussmengen entziehen sich auch hier jeder Messung.

Ein Blick auf die Karte müsste die Voraussetzung erwecken, dass die Sohle des 65 km langen und für diese Ausdehnung verhältnismässig schmalen Beckens von Livno seiner ganzen Länge nach von einem Sammelcanale durchzogen wird, welcher als Hauptrecipient den Abzug des Wassers vermittelt. In geschichtlicher Zeit ist dies jedoch nicht der Fall gewesen. Die schon erwähnte, um circa 5 m das Durchschnittsniveau des fast ebenen Livanjskopolje überragende Terrainwelle bei Čuklić trennt dasselbe vom Buškoblato und verwehrt den oberirdischen Abfluss nach Süden, während der unterirdische, mit Rücksicht auf die geringe Niveaudifferenz von 5 m zwischen beiden Territorien, nicht wahrscheinlich ist. Die zuströmenden Wassermengen sind daher auf — man könnte sagen — secundäre Abzugscanäle angewiesen, wie dies auch thatsächlich in beiden Gebieten der Fall ist.

Im Livanjskopolje finden wir an drei circa je 13 km voneinander entfernten Localitäten, und zwar bei Čaić, Čaprazlije und Kazanci, sämmtlich am westlichen Rande des Polje gelegen, Ponorgruppen als unterirdische Vorflutcanäle für die in geschlossenen natürlichen Gerinnen, sogenannten Jaruga's, zufliessenden Wassermengen.

Trotz der nur durch sehr geringe secundäre Erhebungen unterbrochenen, nahezu horizontalen Lage der Ebene lässt sich dieselbe nach der Wasserbewegung zu jeder der einzelnen Ponorgruppen in drei Theile scheiden: den südlichen, nördlichen und mittleren, als deren Trennungslinien annähernd die Richtungen von der Ortschaft Odžak nach Ljubunčić und von Provo nach Bastaši angesehen werden können. Diese Trennung trifft jedoch nur für den Abfluss der niederen Wasserstände zu, während sowohl aus der südlichen, als auch aus der nördlichen Partie ein Theil der Hochwässer den Abfluss auch gegen Čaprazlije sucht.

Im Buškoblato übt die gleichfalls am westlichen Rande gelegene Ponorgruppe von Ljeskovača, in welche sich der Karstbach dieses Gebietes, die Ričina, ergiesst, dominirenden Einfluss auf den Wasserabzug aus, wird aber bei Hochwasser durch eine Reihe weiterer an derselben Lehne befindlicher Sauglöcher unterstützt.

Insoferne die von den Felsschlünden aus dem Becken von Livno abgeführten Wassermengen ihren Weg nicht unterirdisch an die nahe Meeresküste nehmen, dürften dieselben wahrscheinlich in der Einsenkung des Sinjskopolje und des Cetinathales zutage treten und finden im letzteren den offenen Abfluss ins Meer.

Der vorstehenden Schilderung ist zu entnehmen, dass die ober- und unterirdische Wasserbewegung im Becken von Livno die Tendenz von Nordost gegen Südwest, also senkrecht auf die Längsachse des Beckens besitzt; dass ferners das Livanjskopolje und das Buškoblato, obwohl in einem Becken vereinigt, doch zwei hydrographisch von einander getrennte Gebiete bilden. Beide boten jedoch zur Zeit der grössten Niederschläge dasselbe Bild. Die Ponore vermochten den gewaltigen Wasserzudrang nicht zu bewältigen; mit dem Beginne der Herbstregen überwog der Zufluss den Abfluss, das Wasser staute sich, und 14 Tage nach Beginn der im Monate November eintretenden Regenzeit lag das Livanjskopolje unter dem Spiegel eines Sees von circa 260 km^2 Ausdehnung, in kleinerer Dimension auch das Buškoblato. Die Inundation währte im Livanjskopolje vor Durchführung der Melioration durchschnittlich von Mitte November bis Ende Mai

im südlichen, bis Mitte Juni im mittleren und bis Ende Juni im nördlichen Theile. Das in die Melioration nicht einbezogene Buškoblato bleibt gegenwärtig noch bis zum Monate Juli überschwemmt.

Mehrfache Anzeichen sprechen dafür, dass in längstvergangener Zeit das Livanjskopolje von den Überschwemmungen wahrscheinlich nicht in dem oben beschriebenen Masse heimgesucht war. Schon die zahlreich vorfindlichen Culturreste früherer geschichtlicher Epochen geben uns Zeugnis von einer einstmaligen sehr intensiven Besiedlung des Polje, welche ohne dessen vollständige Nutzbarmachung kaum denkbar wäre. Letztere setzt aber als Bedingung das Ausbleiben, zum mindesten aber den raschen unschädlichen Ablauf der Überschwemmungen voraus. Für diese Annahme sprechen auch die an der Ausmündung der Felsspalte des Veliki ponor tief unter der den Ponoreingang verdeckenden Erdmasse aufgefundenen Reste der Grundmauern eines Gebäudes, das nach seiner Lage in der Mündung der Ponorspalte augenscheinlich nur als Mühle gedient haben konnte. Trifft diese Annahme zu, dann musste in jener der Tradition entrückten Zeit der Veliki ponor freigelegt gewesen sein und den ungehinderten Ablauf der Wässer gestattet haben.

Die natürlichen Bedingungen, welche dieses Gebiet zur Entwicklung einer ganz bedeutenden Prosperität besitzt, haben auch die bosnische Landesverwaltung bestimmt, den Versuch zu unternehmen, die Überschwemmungen nach Zeit und Raum möglichst einzuschränken und einzelne Theile des Polje einer eingehenden Melioration zu unterziehen.

Vor Beschreibung der diesbezüglichen bereits ausgeführten und der noch im Projecte befindlichen Arbeiten mögen die klimatischen und Bodenverhältnisse eine kurze Erwähnung finden.

Das Livanjskopolje erfreut sich trotz seiner relativ ziemlich bedeutenden Erhöhung von durchschnittlich 707—710 *m* über dem Meere vermöge seiner südlichen Lage und des Einflusses der Adria günstiger klimatischer Verhältnisse. Bei einer mittleren Jahrestemperatur von 9·1° C.*) beträgt das Mittel des Winters —1·3°;*) ein warmer (8·8°*) und mit starken Niederschlägen bedachter Frühling weckt die Vegetation zu baldigem und kräftigem Gedeihen. Dem Sommer mit nur 18% des Gesammtniederschlages von 1160 *mm* wären allerdings reichlichere und ausgiebigere Regen zu wünschen.

Auch die Bonität des Bodens bietet sowohl dem Acker- wie dem Wiesenbau günstige Bedingungen. Auf der den Untergrund des Polje bildenden Schichte von Kalkmergel ruht eine Humusdecke von 0·2—2 und mehr Meter Mächtigkeit, deren Ertragsfähigkeit leider durch die Überschwemmungen sehr ungünstig beeinflusst wurde und zum Theile noch wird; diese erreichten die Höhencôte 710·0 und bedeckten circa 90% des ganzen Polje. Zumeist durch Abschwemmung von den Gebirgshängen entstanden, hat sich an dessen Rändern ein mitunter bis zu einem Kilometer und mehr breiter Saum von gutem Ackerboden gebildet, welcher, vom Wasser zuerst verlassen, seine Fruchtbarkeit zwar beibehalten, aber infolge des späten Verlaufes der Inundation nur selten vollständig bebaut werden konnte.

Noch ungünstiger sind die Wirkungen der Inundation auf die vom Ackersaume der Ränder eingeschlossenen inneren Partien der Ebene. Im Süden und Norden ist daselbst die bis zu 2 *m* mächtige urbare Schichte total versumpft. In etwas minderer Intensität haben infolge von Grundwasser auch die von der Überschwemmung nicht

*) Nach dem vierjährigen Durchschnitt 1888—1891.

mehr erreichten grossen Wiesencomplexe zwischen Livno und Prolog dasselbe Schicksal erlitten. Die Humusschichte des von den Zuflüssen zu den Ponoren bei Čaić und Čaprazlije begrenzten Territoriums besitzt die geringste Mächtigkeit und besteht zumeist nur aus den noch nicht vollständig zerfallenen Verwitterungsproducten des Kalkmergels. Die Bonität des Bodens ist hier die geringste.

Ackerbau mit sehr beschränkter Ertragsfähigkeit an den Rändern, Sumpfgras und Schilf im südlichen und nördlichen, Weideland im mittleren Theile, so stellt sich in grossen Zügen das Culturbild des Livanjskopolje vor Inangriffnahme der Melioration dar.

Wer diese weitausgedehnte, kaum übersehbare Ebene mit einem Flächenraume von 29.600 *ha*, welcher jenen des Fürstenthums Liechtenstein nahezu zweimal erreicht, zur Zeit der Überschwemmung gesehen, wem es bekannt war, dass die Prosperität des ganzen Bezirkes Livno zum allergrössten Theile von dem Erträgnis der in der Ebene gelegenen Ländereien abhängig ist, den musste die Frage beschäftigen, ob es denn kein Mittel gibt, die verderblichen Folgen des Wasserregimes abzuwenden.

Da die Regelung des Zuflusses sich, wenigstens in absehbarer Zeit, jeder Abhilfe bringenden Einflussnahme entzog, konnte nur durch die möglichste Beschleunigung des Wasserabzuges den traurigen Excessen des Wasserregimes entgegengetreten werden. Die Natur selbst bot den Wegweiser in jenen Erdtrichtern, zu welchen nach dem Ablaufe der Überschwemmung die übrig bleibenden Wassermengen abflossen. Diese Trichter mussten unter der ihren Grund bedeckenden Erdschichte die Eingänge zu den unterirdischen Felsspalten bergen, durch welche das Wasser seinen Abzug nahm. In der Aufdeckung und Räumung der der Oberfläche nächstgelegenen Partien der Felsschlünde war daher das Mittel zur Beförderung des Wasserabflusses zu finden.

Im Jahre 1883 wurde dieser Idee zum erstenmale näher getreten und unter Beihilfe der Bevölkerung an die Vorbedingung aller übrigen Meliorationsprojecte, an die Öffnung der Ponore behufs Beseitigung oder wenigstens Verringerung der Überschwemmungen geschritten. Es wurde bei jenen, welche augenscheinlich die grösste Schluckfähigkeit besassen, zuerst in die Tiefe gegraben, bis die Mündungen der Felsspalten, in deren Inneres Erde, Schlamm und Wasser verschwand, blossgelegt waren, und dann in diesen selbst durch Beseitigung der sie ausfüllenden Erd- und Schlammmassen so weit als möglich vorgedrungen.

Bei der Ponorgruppe von Čaić gelang es, einen am Rande des Polje in der Lehne ausmündenden Felsspalt, den Kameniti-Ponor (Taf. III, Fig. 1), zu erschliessen und bis auf 440 *m* Länge und 32 *m* Tiefe ins Innere des Gebirges zu verfolgen. Mächtige von der Decke abgestürzte Trümmerhaufen, die förmlich kleine Hügel im Spalte selbst bildeten, hemmten den Weg. Ein in keiner Weise zu umgehender, rings von festem Gesteine eingeschlossener kleiner See bereitete hier dem weiteren Fortschreiten ein Ende. Dieser Spalt, in seinen Dimensionen relativ der grösste, weitete sich stellenweise bis zu 6 und 8 *m* Breite aus, seine Höhe dürfte an einzelnen Stellen 20 *m* noch überschreiten.

Zwei weitere zur vorerwähnten Gruppe gehörende Abflüsse, der Veliki- und Bristavi-Ponor, welche unmittelbar von der Sohle des Polje in die Tiefe führten und zum Unterschiede von dem vorbeschriebenen Randponor als Sohlenponore sich darstellen, konnten nur auf 26 *m* Länge und 10 *m*, beziehungsweise nur bis zu 13 *m* Tiefe verfolgt werden. Beim ersteren bildete wieder Grundwasser das Hindernis, während die Räumungsarbeiten im letzteren, durch welchen der Anfang eines ganzen Spaltnetzes blossgelegt wurde, noch in Fortsetzung begriffen sind.

Fig. 1 *Schnitt durch den gereinigten Kameniti ponor.*

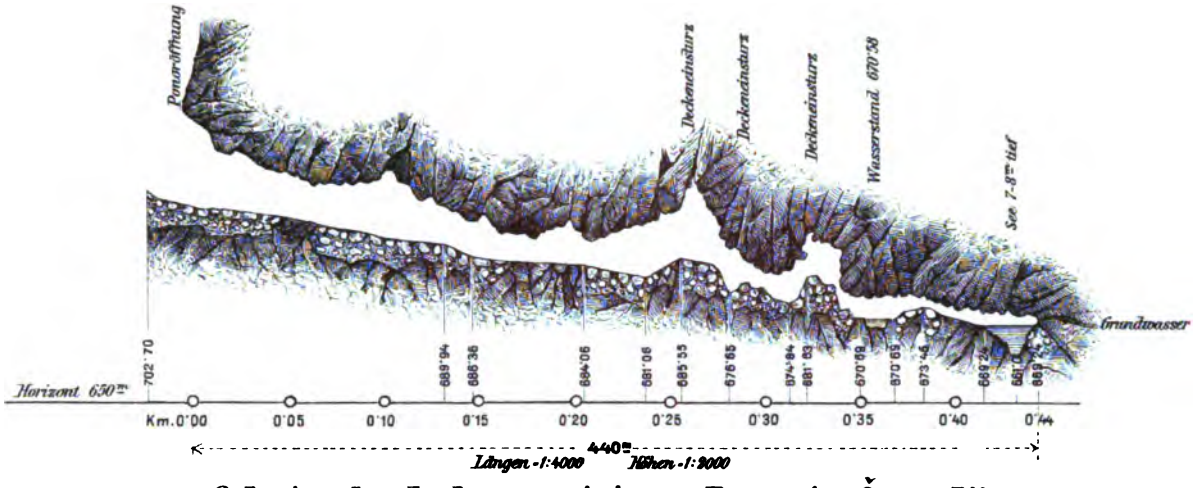


Fig. 2 *Schnitt durch den gereinigten Ponor in Čapraziije.*

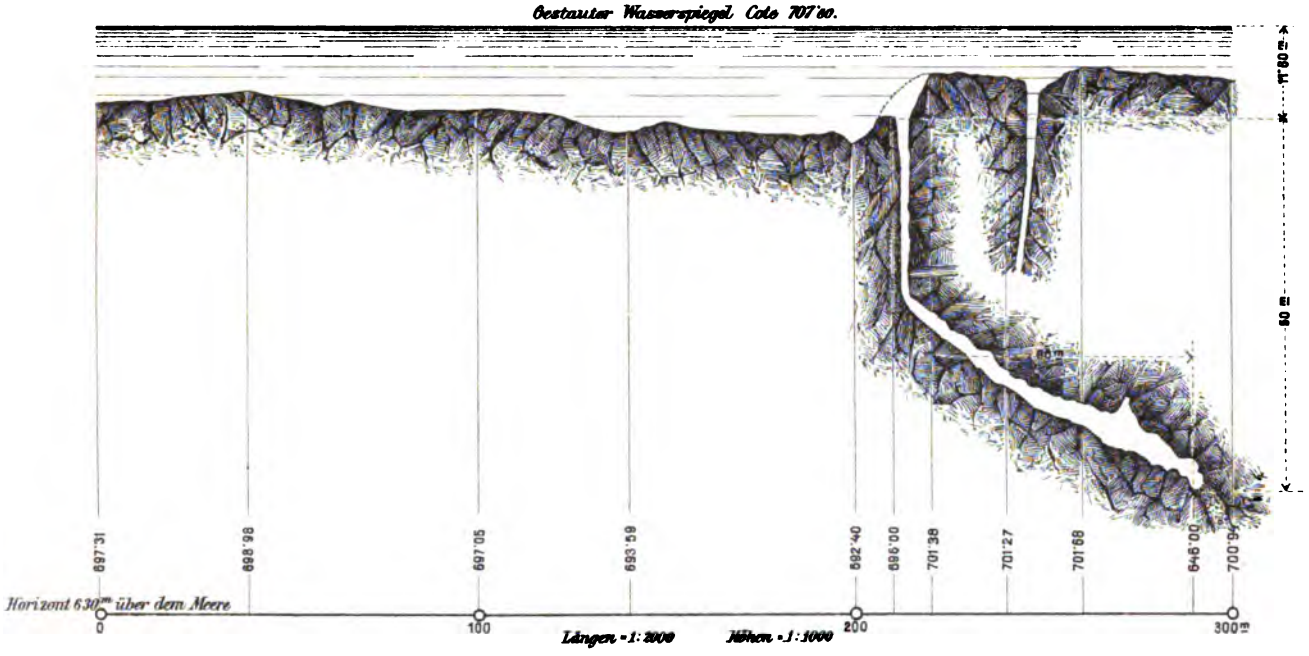
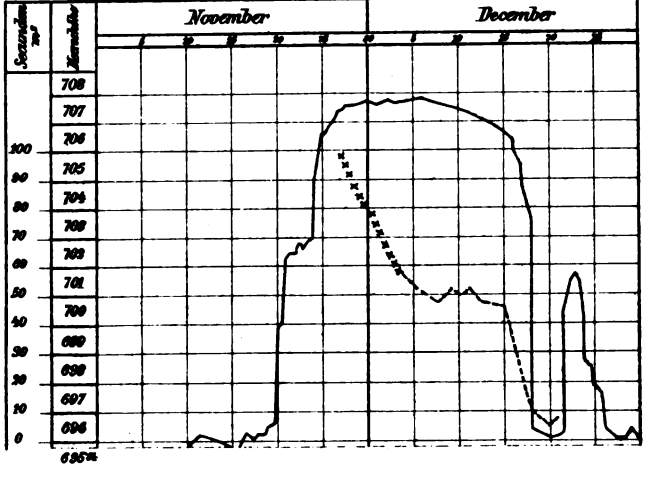


Fig. 3 *Stauungs-und Wassermenge-Curven vom Ponor in Čapraziije 1893.*



——— Curve der Anstauung.

---------- Wassermenge Curve.

Bei der Ponorgruppe in Čaprazlije wurde die anfangs kaminartig senkrecht in die Tiefe führende Hauptspalte auf 50 *m* Tiefe verfolgt, mit ihren Seitenverästlungen auf 100 *m* Länge geräumt, und dann die Arbeit wegen der Schwierigkeiten, welche sich der Herausbeförderung des Materiales entgegenstellten, beendet.

Der Ponor in Kazanci konnte nur oberflächlich blossgelegt und etwa 5 *m* tief gereinigt werden, nachdem auch hier sich Grundwasser vorfand, dessen Beseitigung nicht möglich war.

Auf Tafel III stellt die Figur 2 einen Längenschnitt durch den Ponor bei Čaprazlije dar. Vor dem Beginne der Arbeiten war die Spalte bis zur punktirten Linie total verlegt. Nach Inangriffnahme der Arbeit gelangte man 50 *m* tief unter den Eingang des Schlundes. So lange dieser bis oben mit Erde und Schlamm erfüllt war, wurde der Druck der im Ponorkessel angestauten Wassersäule von rund 11 *m* Höhe = 1·1 Atmosphären, durch die Überwindung der Hindernisse verzehrt, welche sich dem Eintritte und der Bewegung des Wassers in der ausgefüllten Spalte entgegenstellen, so dass angenommen werden kann, dass in den tiefen Lagen des verschlemmten Schlundes dasselbe nur mehr der Wirkung der eigenen Schwere folgte. Nach Reinigung der Spalte bis zur Côte 646·0 findet jedoch von da an die Bewegung des Wassers in die Tiefe unter dem Drucke einer Wassersäule von 61·6 *m* Höhe = 6·2 Atmosphären statt und muss daher in einem beschleunigteren Tempo vor sich gehen, als es vorher der Fall gewesen. Messungen über die Aufnahmsfähigkeit des Ponors von Čaprazlije bestätigen diese Annahme. Dieselben wurden zur Zeit der Flutwelle im Monat December 1893, 1500 *m* vom Ponorkessel entfernt, an einer Stelle vorgenommen, wo der ganze Zufluss sich im geschlossenen Gerinne bewegte.

Leider verhinderten Regenfälle und Borastürme die Bestimmung der Abflussmengen zum Beginne der Anschwellung. Für deren Ablauf sind dieselben aber vollkommen durchgeführt. Die Messungen ergaben, dass der Felsspalt ohne Anstauung bis zu 13·5 m^3 per Secunde abzuführen vermag. Mit gesteigertem Zuflusse beginnt die Schwellung und erreicht die Höhe von 11·6 *m* über der Ponoröffnung, bei welcher der zur Zeit der Beobachtungen constatirte Maximalabfluss 58 m^3 per Secunde betrug. Auf Grundlage früherer Beobachtungen kann aber die Maximalaufnahmsfähigkeit dieses Ponors mit mindestens 100 m^3 per Secunde angenommen werden.

Vergleichen wir den absteigenden Ast der Wassermengencurve (Taf. III, Fig. 3) mit jener des Wasserstandes, so tritt das raschere Abnehmen der ersteren deutlich hervor und wird durch den Umstand der allmählichen vollständigen Sättigung der Spalten, sowie durch die Wahrscheinlichkeit der Rückwirkung tiefer im Gebirge circulirender, von anderen Seiten kommender Wassermengen erklärlich. Wie auch durch anderweitige Beobachtungen constatirt, ist demnach die Capacität der Ponore beim Beginne der Anstauung am grössten und nimmt allmählich beim Verlaufe derselben ab.

Bei den Ponoren von Čaić sind die Zuflussgerinne viel weniger tief eingeschnitten als in Čaprazlije und werden bei stärkeren Zuflüssen überflutet. Genauere Messungen sind daher nur in sehr beschränktem Umfange möglich. Die messbare Quantität, welche der Kameniti-Ponor ohne Überschwemmung noch abzuführen vermag, wurde mit 11·3 m^3 per Secunde bestimmt, jene der gesammten Ponore bei Čaić, bei einem bis zur Côte 708·3 reichenden Wasserstande, mit 30·6 m^3 per Secunde.

In dem Maße, in welchem Zeitdauer und Umfang der Überschwemmungen sich vermindert, drückt sich der praktische Erfolg der ausgeführten Ponor-Reinigungsarbeiten aus. Derselbe war ein überraschend günstiger, im mittleren, zum Ponor von Čaprazlije gravitirenden Theile ein nahezu vollständiger, denn nach Beendigung der Arbeiten

blieb dieses früher circa $6^1/_2$ Monate inundirt gewesene Terrain zum grössten Theile überschwemmungsfrei. Der Ponor vermochte die in dem tief eingeschnittenen Bette der Jaruga ihm zufliessenden Wassermengen so rasch abzuführen, dass nur einige mit dem Jarugabett communicirende Mulden, und auch diese nur wenige Tage unter Wasser standen.

Fast der gleiche Effect wurde auch im nördlichen Theile erzielt. Das Terrain ist aber dort wegen des hohen Grundwasserstandes nach wie vor versumpft.

Aus den beigefügten Graphikons (Taf. IV) über die Wasserstände im Süden des Polje lässt sich entnehmen, dass hier allerdings die Überschwemmungen bisher nicht gänzlich zu beseitigen waren, deren Dauer jedoch von 6 auf max. circa 2 Monate beschränkt wurden. Für die Melioration von grösster Bedeutung ist auch der Umstand, dass der Ablauf in normalen Jahren spätestens in die Mitte des Monats Mai zurückgerückt und damit für die Vegetation mindestens ein halber Monat gewonnen wurde. Wenn wir der Functionirung des Ponors in Čaprazlije gedenken, der nach seiner Reinigung die mittlere Partie des Polje vor Überschwemmung bewahrte, so kann eine ähnliche Wirkung auch von der noch im Zuge befindlichen intensiveren Reinigung der Ponorgruppe bei Ćaić erwartet werden.

Der bisher erzielte Erfolg spiegelt sich auch deutlich im Vergleiche der Wasserstände des Livanjskopolje mit jenen des Buškoblato wieder. Dessen Abflussponore sind noch nicht freigelegt und gereinigt. Infolge dessen dauern die in der Regel anfangs November eintretenden Überschwemmungen mit einzelnen Unterbrechungen bis zum Monate Juli und entziehen eine Fläche von 4200 *ha* des fruchtbarsten Bodens jeder halbwegs rationellen Verwertung.

Die Frage der Beseitigung der die Prosperität der Karstbecken so schwer schädigenden Überschwemmungen ist sonach im Livanjskopolje einer glücklichen Lösung nahegerückt.

Die neuaufgedeckten Ponorspalten mussten möglichst vor dem Schicksale neuerlicher Verschlemmung bewahrt werden. Mehrfache Ursachen bewirken dieselbe. Erstlich die vom Wasser in die Ponoröffnung mitgerissenen und die Spalten langsam ausfüllenden Erd- und Sandtheilchen, zu welchen auch Gestrüppe, Schilf und Heu sich gesellen; dann die infolge der grossen Geschwindigkeit beim Eintritte des Wassers in den Spalt hervorgerufene Lockerung des denselben umgebenden Terrains. Bei den Felsmündungen wirkt noch die Zerklüftung des Gesteines, unterstützt durch die Wirkungen des Frostes befördernd auf den Verschüttungsprocess, durch den nicht selten ganze Felspartien vom Muttergestein sich loslösen und den Schlund verlegen.

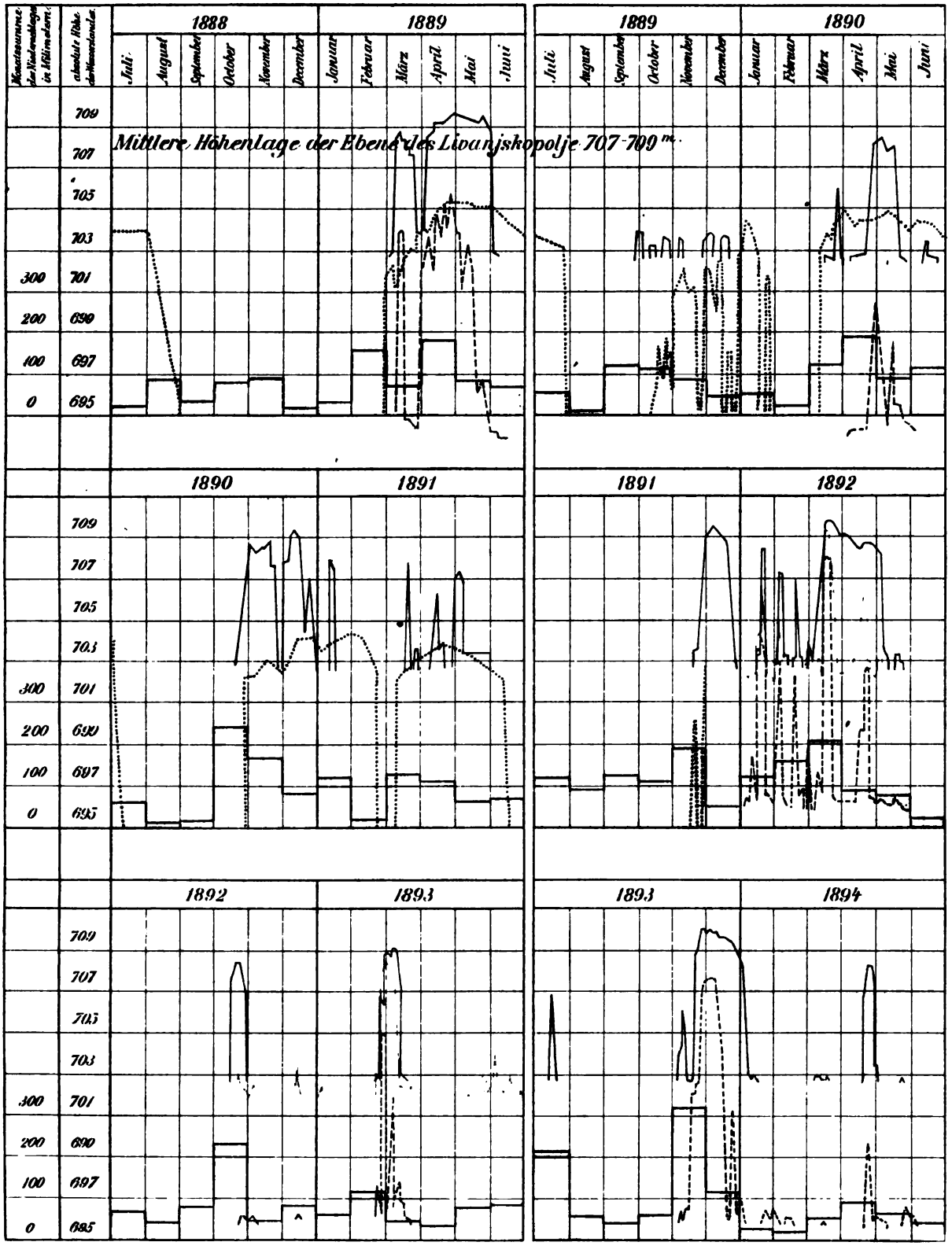
Der erstgenannten Ursache, der Verschlemmung, könnte gründlich nur durch Anlage von Staudämmen vor den Ponormündungen abgeholfen werden, vor welchen das Wasser, zur Ruhe kommend, die mitgeführten Bestandtheile ablagert und sodann in geklärterem Zustande in die Ponore gelangt. Doch der Anlage solcher Dämme, gleichviel ob selbe aus Erde oder Mauerwerk errichtet werden, steht im Livanjskopolje, abgesehen von den infolge der bedeutenden Stauhöhe namhaften Kosten der Anlage, wegen der Zerklüftung des Terrains die grosse Schwierigkeit einer gegen Unterspülung gesicherten Fundirung entgegen. Die Beseitigung der Verschlemmung der Ponore allein würde daher die Errichtung so kostspieliger und gefährlicher Objecte nicht rechtfertigen, und kommt es jedenfalls billiger, den die inneren Spalten verlegenden Schlamm, soweit die Spalten überhaupt gangbar gemacht werden können, mit der Hand zu entfernen. Wie die Erfahrung lehrt, sind im Livanjskopolje diese Erhaltungsarbeiten, wenn selbe alljährlich vorgenommen werden, weder besonders umfangreich noch kost-

WASSERSTANDSCURVEN

Tafel IV.

vor den Ponoren im Livanjsko polje

UND NIEDERSCHLAGSMENGEN.



Wasserstands Curven: bei den Ponoren in Čaić; „ „ „ „ Čaprazlije; „ „ „ „ Kazanci; „ „ „ im Buško blato.

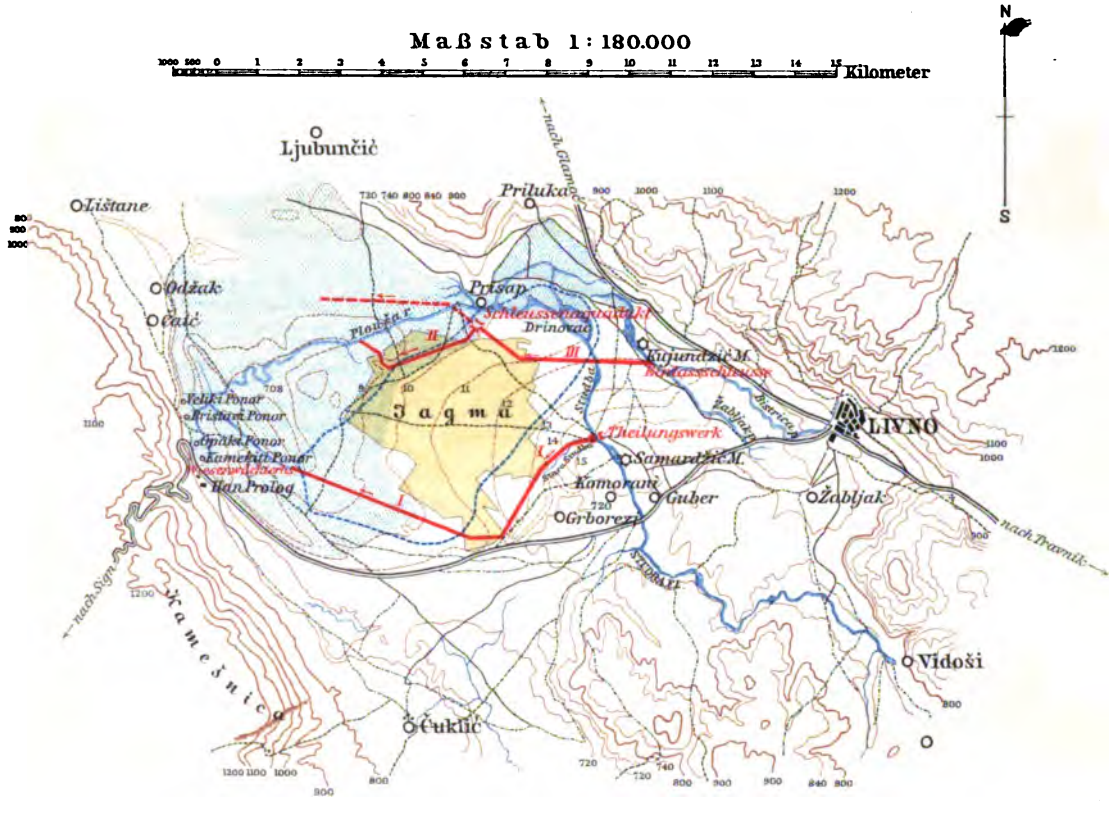
Monatssumme der Niederschläge in Millimetern.

Messungen im Buško blato seit Dezember 1891 unterblieben; Messungen beim Ponor von Kazanci nur in den Jahren 1892 und 1893; beim Ponor in Čaprazlije in der Periode 1890 und 1891 ausgeblieben.

UEBERSICHTSPLAN

des Meliorationsgebietes im südlichen Theile des

Livanjsko polje



Legende

- *Schichtenlinien* — *für Coten von 100 meter*; *" " von 20,40,60,80 m*; *" " " 1 meter*
- *Bachläufe*
- *Strassen*
- *Wege*
- *I Studbacanal*
- *II Drinovaccanal*
- *III Wasserversorgungscanal nach Prisap*
- *Versumpfungsgrenze*
- *Jagma*
- *Überschwemmt*

Geograph. Anstalt v. H. Wagner & E. Debes in Leipzig

spielig. Durch Entfernung der an den Ponoröffnungen vorkommenden zerklüfteten Felspartien kann auch die von dieser Seite drohende Gefahr beseitigt werden.

Zur Befestigung der aus beweglichem Materiale bestehenden Sohlen der Einläufe bei den Ponoren in Čaić dienen die auf Taf. XII, XVI und XVIII dargestellten Sicherungsarbeiten. Nachdem die nach abwärts gekehrten Schlundränder fast durchwegs keine feste Basis für solide Bauwerke darbieten, musste zur Anwendung gemischter Bauten, zu einer Combination von Holz und Stein nach Art der Wildbachverbauungen in den Alpen gegriffen werden, und war die Gestaltung dieser Schutzwerke, welche sich bisher vortrefflich bewährt haben, durch die Plastik des Schlundes bedingt.

Ein in das Gerinne der Jaruga bei Čaprazlije eingebauter, theils stabiler, theils schwimmender Rechen hält die zufliessenden Gestrüpp- und Schilfmengen vor dem Eindringen in den dort befindlichen Ponor ferne.

Die vorbeschriebenen, zur Beseitigung der Überschwemmungen ausgeführten Arbeiten an den Ponoren bilden gewissermassen die Basis des Meliorationswerkes.

Es liegt die Idee nahe, die durch die Ponore erfolgende Wasserabfuhr derart regulirbar zu machen, dass die Hochwässer nach Bedarf rasch abgelassen, andererseits aber auch zu Bewässerungszwecken angestaut werden können. Die zu diesem Zwecke nöthig werdende Errichtung von mit Schleusen versehenen Ringdämmen um die Sohlenponore liess jedoch, wie schon vorerwähnt, wegen des zerklüfteten Untergrundes die Bestandfähigkeit der Bauwerke und auch den Erfolg dieses kostspieligen Projectes als sehr problematisch erscheinen. In Hinsicht auf die Bewässerung konnte eine derartige Regulirung der Überschwemmungen auch schon deshalb nicht vollständig durchgreifend wirken, weil dieselbe gerade zur Sommerszeit wegen der mangelnden Zuflüsse überhaupt nicht zu insceniren gewesen wäre.

Es reifte daher der Entschluss, einzelne Partien des Polje einer partiellen Melioration zu unterziehen, durch welche einerseits die vorhandenen Sumpfgebiete entwässert, andererseits aber auch in rationeller Weise bewässert werden. Vorläufig wurde mit jenen nächst Livno gelegenen begonnen, welche diesem Vorhaben die günstigsten Bedingungen boten.

Die bereits erwähnten drei Bäche, die Studba, Bistrica und der Žabljak, fliessen diesem Theile zu, vereinigen bei Prisap ihren Lauf, um bei höheren Wasserständen als Plouča der Ponorgruppe bei Čaić zuzuströmen, während zur Sommerszeit ihre Wässer, insoferne dieselben sich nicht in Karstspalten verlieren, in der Mulde bei Prisap stagniren und dort den Sumpf Drinovac bilden.

Der bedeutendste Zufluss, die Studba, tritt an der Spitze einer gegen das Innere des Polje gerichteten, dem freien Auge nicht bemerkbaren, kegelförmig ansteigenden Erhebung in dasselbe ein (Taf. V). Vor etwa 20 Jahren war ihr Lauf direct gegen Čaić gerichtet und versumpfte die dortige Gegend. Agan Čizmić, ein mohammedanischer Beg, sperrte ihr heute noch als „Stara Studba" in der Karte eingezeichnetes Flussbett nahe den Mühlen des Samardžić ab und leitete sie gegen Prisap. Durch diesen die damaligen Rechtszustände charakterisirenden Gewaltact sanirte Čizmić allerdings seine Grundstücke, dafür aber entstand — selbst zur Zeit des Niederwassers — an Stelle blühender Wiesen die Wasseranstauung bei Prisap, die gegenwärtig im Drinovac dem Jäger wohl eine reichhaltige Collection von Sumpfvögeln bietet, dem Landmanne aber in einer Ausdehnung von nicht weniger als 400 *ha* gänzlich verloren ist. Neben dem Einflusse der allgemeinen Überschwemmung haben wir hier eine secundäre Ursache der Versumpfung.

Eine zweite bildet das Grundwasser, welches von der südlich der Strasse Livno—Prolog den Karstgebirgen vorgelagerten, aus Kalk und Sandmergeln bestehenden Hügelkette und der die Ausläufer derselben mit dem gegenüberliegenden Gebirgsstocke der Kamešnica verbindenden Einsenkung kommend, sich auf der Mergel- und Tegelunterlage ausbreitet und durch die Überschwemmungen, sowie auch durch Faltungen in der Tegelunterlage am Abflusse gehindert wird. Dieses Grundwasser im Vereine mit den Meteorwässern, der Wasserzufuhr durch die Stara Studba und einer Anzahl von kleinen, in der Nähe der Ortschaften Komorani und Grborezi in die Niederung eintretenden Bächen versumpft auch den von der Überschwemmung nicht mehr erreichbaren Theil der kegelförmigen Abdachung des Polje.

Das gesammte hiedurch in seiner Ertragsfähigkeit bedeutend geschädigte Territorium umfasst 2400 *ha*, wovon eine Fläche von 1423 *ha*, Jagma genannt, ärarisches Eigenthum ist. Wenn wir in Betracht ziehen, dass die durchschnittlich 1—2 *m* mächtige, aber gänzlich versumpfte Humusschichte nach vorgenommenen Bodenuntersuchungen guten Ackerboden liefern kann; wenn wir der hier zu Gebote stehenden, durch das ganze Jahr andauernden Wasserzufuhr der Studba, Bistrica und des Žabljak, andererseits aber des spärlichen Regenfalles im Sommer gedenken, so bietet diese Situation dem Meliorationsunternehmen ein äusserst dankbares Feld.

In erster Linie müssen die localen Ursachen der Versumpfung beseitigt, der Eintritt der Grundwässer und der Seitenzuflüsse in das Sumpfgebiet der Jagma abgehalten werden.

Diesen Zwecken dient der Studbacanal (I, Taf. V). Er führt, unterhalb der Samardžićmühle von der Studba abzweigend, in der westlich des Kegels gelegenen Mulde zu den Ponoren von Čaić. Als Kopfdrain wirkend, sammelt er alle westwärts der Samardžićmühle dem Sumpfgebiete von Süden ober- und unterirdisch zufliessenden Wassermengen und leitet sie zu den Ponoren von Čaić. Der Canal hat aber auch die Aufgabe, durch Aufnahme des Niederwassers der Studba als Hauptzubringer für die Bewässerung zu wirken. Ein bei seiner Abzweigung von der Studba erbautes Grundwehr von 43·0 *m* Länge dient zur Einleitung des Wassers, dessen Zufluss durch ein Schleusenwerk geregelt wird (Taf. XVII). Mit der Ableitung des Studbaniederwassers wird auch die Gegend von Prisap von der Hauptursache ihrer Versumpfung befreit. Die Länge des Canals beträgt 9 *km*, die Sohlenbreite 3—4 *m*, das Gefälle 0·5—1‰, die Maximalaufnahme 1·97 m^3 per Secunde. Der 41.000 m^3 messende Aushub wurde durch Deponirung entlang des thalseitigen rechten Ufers zur Herstellung einer Communication benützt.

Durch die Ausführung des Studbacanales ist die Entwässerungsfrage noch keineswegs gelöst, sondern erst in den Hauptzügen eingeleitet. Es ist damit gewissermassen die Hauptader für die seinerzeitige Zu- und Abführung des Wassers eröffnet, welche, um für das ganze von ihr durchzogene Gebiet wirksam zu sein, noch viele Aufhaltungen, Unterbindungen und Verästelungen nach seitwärts wird erfahren müssen.

Trotz der Beseitigung der Niederwässer der Studba bedarf der Drinovac-Sumpf zu seiner Trockenlegung eines speciellen Entwässerungscanales, denn das Gerinne der Plouča, in welchem bei höheren Wasserständen die bei Prisap angesammelten Wassermengen gegen die Ponore von Čaić abfliessen, vermochte die in ersterer Localität bis an die Oberfläche reichende Mergelschichte nicht genügend tief zu durchbrechen, um der Niederung einen vollständigen Wasserabzug zu verschaffen. Die künstliche Tieferlegung der Sohle des Ploučagerinnes bei Prisap konnte wegen der Entfernung desselben von dem Centrum der Versumpfung keine entsprechende Abhilfe bringen, wäre

übrigens, in völlig wirksamer Weise durchgeführt, auch kostspieliger als die Anlage des Drinovac-Canales (II, Taf. V) gewesen, welcher, mit Benützung einer vorhandenen Terrainmulde die Mergelbarre durchquerend, eine Länge von 2·9 *km*, eine Sohlenbreite von 9 *m*, ein Gefälle von 0·55—1·14‰ besitzt und in die Plouča einmündet. Sein Aushub erforderte eine Erd- und Felsbewegung von 29.000 m^3 und vermag derselbe 15 m^3 per Secunde abzuführen.

Durch den neueröffneten Abflussweg stand nicht bloss eine Änderung der bestehenden hydraulischen Verhältnisse bei Prisap, sondern auch jener im zweiten Poljeabschnitt bei Ljubunčić und bei Prolog bevor, indem nicht mehr die Niederwässer allein, sondern auch die Hochwässer aus der Gegend von Prisap nunmehr einen viel vollständigeren und beschleunigteren Abzug gegen Prolog nehmen konnten. Dies zu vermeiden liegt aber sowohl im Interesse des Poljeabschnittes von Ljubunčić, welchem die Hochwässer infolge der gesteigerten Absorptionsfähigkeit des Ponor von Čaprazlije keinen Schaden mehr bringen, wohl aber zur theilweisen Anfeuchtung der Äcker und Wiesen dienen, wie auch der Gegend von Prolog, die beim Eintreffen eines intensiveren Wasserzuzuges bei der gegenwärtig noch nicht hinreichend ausgebildeten Schluckfähigkeit der Ponore von Čaić vom Hochwasser zu sehr überlastet worden wäre. Es wird daher das Gerinne des Drinovac-Canales bei Hochwasser durch Schleusen abgesperrt, nachdem dessen Function in erster Linie den Calamitäten der Niederwasserstände abzuhelfen bestimmt ist.

Nach den vorbeschriebenen Dispositionen nehmen die Hochwässer der Studba so wie bisher ihren Weg gegen Prisap. Die Anschüttung eines zur Wasserversorgung der Gegend von Prisap hergestellten, den westlichen Rand des Drinovac-Sumpfgebietes tangirenden Dammcanales (III, Taf. V) hält die Studbahochwässer vom Eintritte in den Drinovac ferne und leitet sie entlang des auf der linken Dammseite ausgehobenen Materialgrabens direct der Plouča zu. Die bei Herstellung dieses Canales zu bewegende Cubatur betrug 55.000 m^3.

Die Vorflut des Studba- und Drinovac-Canales bildet die Ponorgruppe bei Čaić. Wir haben deren dermalige noch messbare Absorptionsfähigkeit, bei welcher der Abfluss noch ohne eine die Überschwemmung hervorrufende Anstauung erfolgt, mit circa 30 m^3 per Secunde kennen gelernt. Sie genügt vollständig, um die bei Nieder- und Mittelwasser der Ponorgruppe zugeführten Wassermengen ohne schädliche Anstauung abzuführen. Zur Zeit der Hochwässer ist bei dem gegenwärtigen Stande der Schluckfähigkeit der Ponore der Eintritt der Überschwemmungen im südlichen Theile überhaupt nicht zu vermeiden, deren gänzliche Beseitigung ausschliesslich von dem Erfolge der fortgesetzten Ponor-Reinigungsarbeiten abhängig ist.

Die vorbeschriebenen drei Hauptcanäle, die Einlassschleusen in den Studba- und Dammcanal, sowie der Aquäduct über den Drinovac-Canal sind bereits vollendet und wurden hiefür 95.000 fl. verausgabt. Die Ponor-Reinigungsarbeiten kosteten ca. 13.000 fl., wozu noch seitens der Bevölkerung nebst einer nicht genau bestimmbaren Anzahl von Naturalarbeitsschichten 2000 fl. beigesteuert wurden.

Mit der Reinigung der Ponore und den vorbeschriebenen Bauten sind die Hauptursachen der Versumpfung beseitigt, ist das theils durch menschliches Eingreifen, theils durch die natürlichen Verhältnisse hervorgerufene verwilderte Regime der Studba in geregelte Bahnen gebracht und die Entsumpfung des Drinovac ermöglicht worden.

Als letztes Glied in den Vorkehrungen gegen die Versumpfung dient die mit den Detailbewässerungsarbeiten zusammenhängende Detaildrainage. Sie ist dem Zeitpunkte der Einführung der ersteren vorbehalten, bis zu welchem Stadium die Melioration des südlichen Theiles in Livanjskopolje gegenwärtig vorgeschritten ist.

Bevor wir auf die Besprechung der noch im Projecte befindlichen weiteren Arbeiten eingehen, mögen die materiellen Erfolge der bisher ausgeführten Meliorationsarbeiten Erwähnung finden.

Den Bestrebungen und Hoffnungen, welche sich an die Beseitigung der Überschwemmungen im Livanjskopolje knüpften, blieben im Anfange die Zweifler nicht ferne. Es ist nicht ohne Interesse, vorerst diese zu hören.

Der Meinung, dass die Beseitigung oder Verminderung der Überschwemmungen auch eine Verringerung der Fruchtbarkeit des Polje zur Folge haben würde, konnte sofort entgegengetreten werden. Vor allem war, insoferne es sich um die Felder handelte, das Erträgnis der der Inundation ausgesetzten ohnedem stets nur ein problematisches, von dem frühzeitigen Verlaufe und dem späten Eintritte der Überschwemmungen abhängiges. Diese brachten ungleich jenen, welche dem Überströmen von Flüssen ihre Entstehung verdanken, sowie jener, welche die tiefer gelegenen Poljen überfluten, dem Polje keinerlei befruchtende und düngende Sedimente zu. An und für sich mögen die aus dem hochgelegenen Karstgebirge stammenden Wassermengen schon bei ihrem Ursprunge nicht besonders damit gesättigt gewesen sein; auf ihrem Laufe durch die zahllosen Spalten des Karstgesteines dürfte das Wenige sich dort abgelagert haben, und nur fast reines Wasser erreichte das Polje. Es ist daher auch im selben von einer Ablagerung fruchtbaren Schlammes nichts zu sehen.

Die besonders im Herbste und Winter über die Ebene stürmende Bora werde die der schützenden Wasserdecke entbehrende Humusschichte mit sich nehmen, so lautete ein weiterer Einwand, der den Schein der Berechtigung für sich hatte. Nun sind zehn Jahre vergangen und nicht die geringsten Anzeichen vorhanden, welche diese Befürchtung gerechtfertigt hätten. Wohl aber breiten sich, speciell im mittleren Theile des Polje, von den beiden Rändern immer weiter in die Mitte der Ebene reichend, die zu Ackerland gemachten Bodenflächen aus und werden sich an vielen Stellen in nicht ferner Zeit berühren.

Am ernstesten war die ausgesprochene Besorgnis zu nehmen, durch den Entfall oder die Verkürzung der Inundation werde dem Boden jener Vorrath an Feuchtigkeit entzogen, welcher nach dem Ablaufe der Überschwemmung der Vegetation noch einige Zeit Ersatz für den spärlichen Regenfall des Sommers bietet. Mit der Sättigung der dünnen Humusschichte des mittleren Theiles war jedoch in dieser Hinsicht wenig gedient, und im Süden und Norden des Polje führte der Überschuss an Wasser zur Versumpfung. Dieselbe besteht auch bei dem gegenwärtigen Stande der Schluckfähigkeit der Ponore, allerdings bereits im verringerten Maße, noch fort, und zwar hauptsächlich infolge der noch nicht durchgeführten Detaildrainage.

Die gründlichste Widerlegung aller Einwände liegt jedoch in der seit dem Beginne der Ponor-Reinigungsarbeiten eingetretenen, ziffernmässig nachweisbaren Steigerung der Production im Livanjskopolje.

Die in Bosnien und der Hercegovina noch zu Recht bestehende jährliche Einschätzung der Bodensteuer nach dem factischen Erträgnisse — der Zehent — gibt uns in diesem Falle ein sicheres Mittel zur Beurtheilung des erreichten Effectes, welchen wir dem Leser in der nachfolgenden Gegenüberstellung der Zehenterträgnisse aus den Jahren 1883 und 1893 für jene zehn Gemeinden vorführen, deren Territorien ganz oder doch zum grössten Theile im Livanjskopolje gelegen sind, und deren Prosperität durch die ausgeführten Meliorationsarbeiten, insbesonders durch die Eröffnung der Ponore, beeinflusst wird. Zu bemerken ist hiebei, dass das Vergleichsjahr 1893 für das in Rede stehende Gebiet nur ein mittelgutes war.

Vergleichender Nachweis des Zehenterträgnisses

aus den Jahren 1883 und 1893 der im Livanjskopolje gelegenen Gemeinden.

Gemeinde	Zehenterträgnis		
	Zehent in grüner Frucht	Jahr 1883	Jahr 1893
Prolog	Heu guter Qualität in Metercentnern	521·79	675·56
	„ mittlerer „ „ „	98·02	463·39
	„ schlechter „ „ „	480·46	22·54
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	2184 fl. 33 kr.	4805 fl. 13 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	3486 „ 87 „	6414 „ 12 „
Odžak	Heu guter Qualität in Metercentnern	963·94	729·01
	„ mittlerer „ „ „	260·16	287·92
	„ schlechter „ „ „	32·71	2·36
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	1729 fl. 70 kr.	3014 fl. 10 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	3562 „ 12 „	4488 „ 66 „
Rujani	Heu guter Qualität in Metercentnern	222·76	241·50
	„ mittlerer „ „ „	4·99	3·53
	„ schlechter „ „ „	—	—
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	1620 fl. 46 kr.	3019 fl. 84 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	1973 „ 59 „	3400 „ 44 „
Čaprazlije	Heu guter Qualität in Metercentnern	430·09	524·83
	„ mittlerer „ „ „	384·61	289·24
	„ schlechter „ „ „	23·35	7·76
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	2514 fl. 76 kr.	3679 fl. 55 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	3653 „ 14 „	4840 „ 72 „
Crnilug	Heu guter Qualität in Metercentnern	390·44	601·06
	„ mittlerer „ „ „	307·24	406·12
	„ schlechter „ „ „	1161·48	2697·94
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	2204 fl. 83 kr.	4380 fl. 62 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	4078 „ 06 „	7474 „ 78 „
Čelebić	Heu guter Qualität in Metercentnern	341·39	292·23
	„ mittlerer „ „ „	191·33	381·21
	„ schlechter „ „ „	258·33	659·99
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	1571 fl. 35 kr.	3305 fl. 08 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	2528 „ 62 „	4617 „ 89 „
Ljubunčić	Heu guter Qualität in Metercentnern	179·76	152·59
	„ mittlerer „ „ „	127·77	183·23
	„ schlechter „ „ „	—	25·21
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	1700 fl. 80 kr.	2944 fl. 22 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	2130 „ 44 „	3412 „ 05 „
Priluka	Heu guter Qualität in Metercentnern	733·27	991·55
	„ mittlerer „ „ „	456·28	1088·19
	„ schlechter „ „ „	702·61	106·42
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	1938 fl. 39 kr.	3253 fl. 46 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	4162 „ 66 „	6137 „ 86 „

Gemeinde	Zehenterträgnis		
	Zehent in grüner Frucht	Jahr 1883	Jahr 1893
Kablić	Heu guter Qualität in Metercentnern	521·23	421·87
	„ mittlerer „ „ „	164·36	150·62
	„ schlechter „ „ „	32·09	32·83
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	1554 fl. 58 kr.	2878 fl. 68 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	2584 „ 34 „	3732 „ 91 „
Guber	Heu guter Qualität in Metercentnern	551·06	874·85
	„ mittlerer „ „ „	654·23	887·35
	„ schlechter „ „ „	807 09	74·54
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	4077 fl. 85 kr.	5453 fl. 12 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	6330 „ 95 „	7900 „ 89 „
in Summe	Heu guter Qualität in Metercentnern	4855·73	5505·05
	„ mittlerer „ „ „	2648·99	4140·80
	„ schlechter „ „ „	3498·12	3629·59
	der übrigen Feldfrüchte . . . in Gulden	21.097 fl. 05 kr.	36.733 fl. 80 kr.
	Gesammt-Zehenterträgnis . . „ „	34.490 „ 79 „	52.420 „ 32 „ *)

Naturgemäss musste der erzielte Effect dort am grössten sein, wo die Überschwemmungen am längsten währten und die Versumpfungen am intensivsten waren. Es ist dies das im Norden gelegene, vom Ždralovac-Sumpf ausgefüllte Territorium der 6696 *ha* umfassenden Gemeinde Crnilug. In derselben bestand die Ernte des Jahres 1883 aus 6977 *q***) Heu erster und zweiter, 11.615 *q* dritter Qualität. Das Ergebnis der übrigen Feldfrüchte ergab in Geld 22.048 fl. 30 kr. Im Jahre 1893 stieg die Gesammt-Heuproduction auf 10.072 *q* erster und zweiter und 26.979 *q* dritter Qualität; der Wert der übrigen Feldfrüchte erreichte die Höhe von 43.806 fl. 20 kr.

Diese mit 83% zu bemessende Vermehrung des Erträgnisses ist nahezu ausschliesslich der Reinigung des Ponors von Kazanci zu danken. Dasselbe Percentverhältnis resultirt auch in der zweiten, am Ždralovac Antheil habenden Gemeinde Čelebić und in der im südlichen Sumpfgebiete gelegenen Gemeinde Prolog, bei welch letzterer sich schon der Einfluss der Detailmelioration geltend macht. 32—72% Zunahme weisen die Gemeinden Čaprazlije, Kablić, Priluka, Ljubunčić und Rujani, 24 und 26% die Gemeinden Guber und Odžak auf. Für alle zehn Gemeinden zusammen stieg der Bruttowert des Bodenerträgnisses von 344.908 fl. im Jahre 1883 auf 524.203 fl. im Jahre 1893. Mit dem zehnten Theile dieses jährlich wiederkehrenden und immer mehr sich steigernden Überschusses participirt das Land directe an dieser Vermehrung des Erträgnisses.

Die Hauptaufgabe der Fortsetzung der Detailmelioration im südlichen Gebiete ist die Bewässerung.

Dem siebenjährigen Mittel der meteorologischen Beobachtungen der Station Livno entnehmen wir, dass von den 1160 *mm* Jahresniederschlag 27% auf das Frühjahr, 18% im Sommer, 34% und 21% im Herbste, beziehungsweise Winter und zwar, nach der angeführten Reihenfolge der einzelnen Jahreszeiten, in 45, 25, 33 und 38 Tagen

*) Im Jahre 1894 betrug das Gesammt-Zehenterträgnis 52.021 fl.

**) Das Zehnfache des Zehents.

fallen. Sowohl hinsichtlich der Quantität, wie auch der Zahl der Tage mit Niederschlag ist der Sommer am ungünstigsten bedacht. Es erscheint daher die Bewässerung, selbst wenn dieselbe, wie es wegen des schlickarmen Wassers der Fall ist, nur eine anfeuchtende sein kann, begründet; umsomehr, als bei den günstigen Temperaturverhältnissen von 8·8°*) im Frühjahre, 18·6° und 10·4° C. im Sommer und Herbst, bei genügender und gleichmässig vertheilter Zufuhr von Wasser im Frühjahre und Sommer eine ausgiebige Vegetation zu erwarten steht.

Das bewässerbare Territorium theilt sich in zwei grosse Gebiete: die Jagma's mit rund 1400 *ha* und den Drinovac mit 400 *ha*. Ausserdem ist zu Zwecken der Viehtränke in dem während des Sommers gänzlich wasserlosen Weideterritorium des mittleren Poljetheiles bei Ljubunčić und auch für die Irrigation kleinerer Reviere bei Prisap die Ausführung eines Wasserversorgungscanales für dieses Gebiet in das Project einbezogen, welchem durch den bereits erwähnten Dammcanal das Wasser des vereinigten Bistrica- und Žabljakbaches zugeführt werden soll.

Die an der Spitze des Kegels bei den Mühlen des Samardžić in das Meliorationsgebiet eintretende Studba ermöglicht infolge dieser günstigen Situirung die Vertheilung deren 2 m^3 per Secunde entlang der ganzen, von den Jagma's bedeckten Abdachung; ihre Wassermenge genügt, um per *ha* 1 *l* per Secunde abgeben zu können. Die Bewässerung wird mit Rücksicht auf die Terrainneigung von durchschnittlich 1‰ theils durch wilde Berieselung, theils durch Anstauung und Überstauung erfolgen. Für die Zuleitung des Wassers sind nebst dem Studbacanal noch zwei in der Richtung der Erzeugenden des Kegels anzulegende Hauptzubringer projectirt.

Zur Wasserversorgung des Poljetheiles von Ljubunčić und der Bewässerung des Drinovac steht die im Minimum mit 2·79 m^3 per Secunde bestimmte Wassermenge der vereinigten Bäche Bistrica und Žabljak zu Gebote. Deren ungehinderte Ausnützung ist jedoch durch den Betrieb einer Mühle beschränkt, welcher nicht geschmälert werden darf. Andererseits erfordern die Niveauverhältnisse des Poljeabschnittes von Ljubunčić, den Wasserversorgungscanal oberhalb der fraglichen Mühle abzweigen zu lassen, und konnte mit Rücksicht auf den Bedarf an Betriebswasser der Canal nur mit 0·5 m^3 per Secunde dotirt werden. Seine Sohle liegt über dem Niveau der Mulde von Prisap und wurde durch eine Dammanschüttung gebildet, welche die bereits erwähnte Rückwirkung auf die Bewegung des Studbahochwassers auszuüben berufen ist. Die nothwendige Übersetzung des Drinovac-Canales und der Plouča erfolgt durch Aquäducte.

Nach Passirung der Kujundžićmühle verliert sich das Unterwasser derselben zum grössten Theile in Saugschlünden. Die Terrainbildung gestattet es, dieses für die Melioration des Drinovacgebietes so wertvolle Gut zu erhalten und dem gedachten Zwecke nutzbar zu machen.

Mit Rücksicht auf die bereits ausgeführten Hauptbewässerungscanäle betragen die nach einem generellen Projecte ermittelten Kosten der Detailirrigationsanlage für 1800 *ha* 90.000 fl.

Die Frage der Rentabilität derartiger Unternehmungen ist für die Durchführung derselben, wo nicht eine specielle Rücksichtnahme auf andere Verhältnisse vorliegt, von maßgebender Bedeutung. Sie tritt hier umsomehr in den Vordergrund, als im Livanjskopolje auch das Privatinteresse für derartige Culturarbeiten geweckt werden soll, welchem sowohl in der Drinovacniederung, wie im Sumpfgebiet des Ždralovac und im Poljetheil bei Prisap ein lohnendes Feld der Thätigkeit eröffnet wird.

*) Nach dem vierjährigen Mittel 1888—1891.

Eingehende Erhebungen haben die bisherige Ertragsfähigkeit per *ha* des zu meliorirenden Wiesencomplexes der Jagma's mit 7 *q* Heu im Werte von 12 fl. und, nach Abzug der Bewirtschaftungskosten, mit einem Reinerträgnis von 5 fl. constatirt. Das gegenwärtige Reinerträgnis des Drinovac ist ein noch viel geringeres.

Wenn nun der nach durchgeführter Melioration per *ha* zu erwartende Ertrag der Sicherheit halber nur gleich jenem von mittelguten Wiesen mit 35 *q* Heu angenommen und der weiteren Berechnung der ortsübliche Preis des süssen Heues mit 2 fl. per *q* zugrunde gelegt wird, so resultirt hieraus ein Bruttoerträgniss von 70 fl. per *ha*. Als Reinertrag sind bei Einrechnung der Erhaltungs-, Betriebs- und Bewirtschaftungskosten der ganzen Anlage 30 fl. per *ha* zu erwarten.

Nach Abzug der mit 5% zu berechnenden Verzinsung des gesammten Anlagecapitales per rund 185.000 fl.,*) welche insgesammt 9250 fl. oder per *ha* 5 fl. 14 kr. erfordert, bleibt als thatsächlicher Ertrag per *ha* der Betrag von 24 fl. 86 kr. Für 1800 *ha* resultiren hieraus 44.750 fl., und mit Rücksicht auf das vor der Melioration constatirte Erträgnis von 9000 fl. ergibt sich als thatsächlicher Gewinn der Betrag von rund 35.000 fl.

Doch nicht darin allein liegt der Wert dieses Meliorationsunternehmens.

Die das Livanjskopolje einschliessenden Hochgebirge werden im Bezirke Livno von 60.000 *ha* der besten Alpenweiden bedeckt, welche durch 100 Tage im Jahre beweidet werden können. Nach der im Jahre 1891 vorgenommenen Viehzählung werden aus dem Bezirke Livno 11.700 Stück Gross- und 120.000 Stück Kleinvieh aufgetrieben. Ausserdem findet noch jährlich ein Zuzug von circa 5200 Stück Gross- und 64.000 Stück Kleinvieh aus Dalmatien statt, so dass der gesammte Auftrieb, auf Grossvieh reducirt, 39.900 Stück beträgt.**)

Erhebungen über die Ernährungsverhältnisse des Viehstapels aus dem Bezirke haben das folgende Ergebnis geliefert. Die Thalfütterung umfasst nach Obigem einen Zeitraum von 265 Tagen, von welchen durch 120 Tage die Thiere im Stalle gehalten, während der übrigen Zeit aber auf die Vor- und Nachweide in den Thalgründen getrieben werden. Für die Stallfütterung beträgt der Bedarf, bei Annahme von 6 *kg* Heuwert als tägliche Ernährung für ein Stück Grossvieh, für 26.700 Stück des einheimischen Viehstapels 192.240 *q*. Nebst der eigentlichen Stallfütterung in den Wintermonaten muss aber auch die weniger als die Alpenweide ausgiebige Vor- und Nachweide durch Trockenfütterung unterstützt werden, welche unter den gegenwärtigen Verhältnissen allerdings in kaum nennenswerter Weise geboten wird, für eine rationelle Aufzucht aber doch unumgänglich nothwendig ist. Wenn mit Rücksicht auf die einheimischen Viehracen und die localen Verhältnisse für diese Periode mit 2 *kg* Heuwert per Kopf und Tag gerechnet wird, so ergibt dies ein Erfordernis von 77.430 *q* und demnach inclusive des Bedarfes für die Winterfütterung 269.670 *q*. Diesem Bedarfe steht nach den Zehentaufnahmen des Jahres 1893 die Trockenfutterernte des Bezirkes mit 165.200 *q* entgegen, sodass ein Abgang von 104.470 *q* vorhanden ist. Dieses Manco, an und für sich schon schwer empfindlich, übt infolge der Besitzverhältnisse einen schwer hemmenden Einfluss auf die Hebung der Viehzucht aus.

Im Bezirke Livno wird, sowie in den übrigen Theilen des Landes, ein eigentlicher Grossgrundbesitz in einer Hand nicht bewirtschaftet. Er zerfällt in zahllose

*) Exclusive der Ponor-Reinigungskosten, da dieselben dem ganzen Polje zugute kommen.

**) Nach den örtlichen Verhältnissen der Viehzucht im Bezirke Livno ist der Futterbedarf von acht Stück Kleinvieh gleich dem einer Mittelkuh und letzterer mit Rücksicht auf die gegenwärtigen Zuchtverhältnisse und die Beschaffenheit der Race mit 6 *kg* Heuwert täglich zu bemessen.

kleine Kmetenwirtschaften, welchen infolge der ausgedehnten Hochweiden die Möglichkeit geboten ist, während des Sommers eine grosse Anzahl Nutzthiere sorgenlos erhalten zu können, während dieselben das Futter für die Campagne im Thale nicht vollkommen aufzubringen vermögen. Hiedurch werden die Besitzer im Herbste zu Viehverkäufen genöthigt, deren Folge eine Minderung der Qualität des Zuchtmateriales ist. Hiezu tritt noch der Umstand, dass infolge mangelhafter Ernährung des Viehstandes im Winter eine Herabminderung dessen Wertes eintritt, wodurch die wirtschaftlichen Interessen des ganzen Bezirkes empfindlich beeinträchtigt werden.

Das Ziel, welches sich ein Zuchtgebiet, wie der Bezirk Livno es ist, unbestritten vorsetzen muss: die Veredlung der Racen und die constante Erhaltung der Nutzeigenschaften derselben, kann durch diese, man könnte sagen intermittirende Viehhaltung von der Mehrzahl der Besitzer nicht erreicht werden. Es bedarf die Bevölkerung hiezu aber auch eines belehrenden Beispieles, um die Vortheile der rationellen Viehzucht kennen zu lernen und nicht, wie es gegenwärtig noch theilweise der Fall ist, durch den momentanen Vortheil des Heuverkaufes die Differenz zwischen Vorrath und Bedarf zu Ungunsten des heimischen Viehstandes noch zu vergrössern. Diesen Erwägungen verdankt die im Jahre 1889 errichtete landwirtschaftliche Station Livno (Taf. XII, Fig. 2) ihre Entstehung. Dieselbe soll nicht allein mustergebend für die Hebung der Viehzucht wirken, sondern auch als eine Schule für die Verwerthung der Molkereiproducte dienen.

Von den zu meliorirenden Flächen der Jagma's werden der landwirtschaftlichen Station 200—300 *ha* mit der Bestimmung zugewiesen, sowohl als Demonstrations- und Lehrobject für die Wiesencultur, als auch zur Aufzucht von Racethieren zu dienen. Das mit 42.000 *q* zu schätzende, der Bevölkerung zugute kommende Mehrerträgnis des übrigen Theiles der zur Detailmelioration in Aussicht genommenen Flächen vermag bereits den gegenwärtig bestehenden Abgang an Trockenfutter um einen ansehnlichen Theil zu vermindern, dessen vollständige Eliminirung nach erfolgter Melioration der im Privatbesitze befindlichen, im nördlichen Theile des Polje gelegenen Wiesencomplexe mit Sicherheit zu erwarten ist.

Die allmähliche Zunahme der Trockenfutterproduction wird sodann auch die Durchführung der geplanten Reform der Viehzucht, die Regenerirung des in der Qualität sehr herabgekommenen einheimischen Viehschlages, im Bezirke Livno ermöglichen, und darin liegt eine der wichtigsten Folgen des Meliorationsunternehmens.

Die Melioration des Gackopolje.

Der Seitenast der dinarischen Alpenkette, welche Bosnien und die Hercegovina durchzieht, dann auf montenegrinisches und albanesisches Gebiet übergeht, erreicht im Dormitor (2606 *m* Meereshöhe) seine höchste Erhebung. In den Vorbergen dieses mächtigen Gebirgsmassivs breitet sich der Bezirk Gacko, der höchstgelegene der Hercegovina, aus. Dessen wirtschaftliches und politisches Centrum ist das 950 *m* über dem Meere gelegene, 52 km^2 umfassende Gackopolje, von welchem ein Complex von circa 14 km^2 den Gegenstand der Melioration bildet. Für die Inauguration des Meliorationsunternehmens im Gackopolje war nebst dem volkswirtschaftlichen auch das politische Interesse von besonderer Bedeutung und erscheint es zum besseren Verständnisse der ganzen Action wünschenswerth, eine kurze Schilderung dieser Verhältnisse der eigentlichen Beschreibung des Meliorationsunternehmens voranzuschicken.

An der Peripherie des Kreises Mostar gelegen, angrenzend an das der Cultur noch weit entrückte Montenegro, von Bosnien durch die hochaufragenden Gebirge der Wasserscheide zwischen Adria und schwarzem Meere getrennt, sind dem von der Welt fast abgeschlossenen Bezirke Gacko die Vortheile, welche Handel und Verkehr mit sich bringen, versagt. Das Volk dieser entlegenen Berge ist daher in seinem Erwerbe fast ausschliesslich auf die Nutzbarmachung des Bodens, auf Ackerbau und Viehzucht angewiesen. Aber auch der erstere allein würde nur einen geringen Bruchtheil der ohnedies spärlichen Bevölkerung zu ernähren vermögen; denn es entfallen von der Gesammtfläche des Bezirkes per 72.632 *ha* auf Äcker nur 4355, auf Gärten 49, Wiesen 4984, Hutweide 41.772, Wald 20.310 *ha* (wovon nur 9812 *ha* Hochwald), der Rest ist unproductiv. Von der geringen Ackerfläche liefert nur wenig mehr als die Hälfte den vollen Ertrag, während der in Höhen von über 1000 *m* gelegene Rest derselben nur eine spärliche Ernte ergibt. Es bleibt sohin für die 10.582*) Seelen zählende Bevölkerung als Haupterwerbsquelle nur die Viehzucht. Diese vermöchte allerdings, infolge des grossen Umfanges der Weideflächen und bei rationellem Betriebe, der Bevölkerung die Bedingungen nicht allein für eine erträgliche Existenz, sondern auch für die Erreichung eines gewissen Grades von Wohlstand zu bieten. Allein die volle Verwerthung der Alpenweiden, als welche sich ein grosser Theil des Weidelandes im Bezirke Gacko qualificirt, wird wesentlich durch die Möglichkeit beeinflusst, den auf derselben über Sommer ernährbaren Viehstand in der anderen grösseren Hälfte des Jahres durch das Erträgnis der Wiesen und der sogenannten Nachweide erhalten zu können. Letztere müssen in einem richtigen Verhältnisse zur Ausdehnung und zum Erträgnisse der Hochweide stehen, um aus beiden den ökonomischesten Effect zu erzielen. Leider ist der Bezirk, wie den vorangeführten Daten zu entnehmen, auch mit Wiesen sehr spärlich bedacht, deren Fläche nur mit circa dem zehnten Theile der Ausdehnung der Weiden zu bemessen ist.

*) Nach der Volkszählung vom Jahre 1885.

Diese Ungleichheit der Vertheilung wird noch verschärft durch den Umstand, dass das Gackopolje, in welchem der grösste Theil der Wiesen gelegen ist, unter dem Einflusse hydrologischer Excesse und einer ungünstigen Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge stehend, vor der Melioration zum grossen Theile total versumpft war, im Hochsommer aber empfindlich unter dem Mangel an Wasser leidet.

Die Folgen des Missverhältnisses zwischen dem Erträgnisse der Wiesen und jenem der Weideflächen machten sich denn auch im Bezirke Gacko in ganz besonderem Maße geltend. Das Bestreben der Bevölkerung, den ihnen im Sommer gebotenen Schatz der Hochweiden thunlichst auszunützen, führte sie dahin, einen möglichst grossen Viehstand zu halten, für welchen, wenn er die Hochweiden verliess und auch die Nachweide im Thale nicht mehr ausgenützt werden konnte, wegen der geringen Heuproduction das Futter im Winter mangelte. Die totale Entkräftung des Viehes über Winter, infolge dessen auch zahlreiche Verluste am Viehstand, die Verschleuderung desselben um jeden Preis, waren die mit jedem Frühjahre sich stetig wiederholenden Erscheinungen in Gacko.

Anbetrachts dieser ungünstigen wirtschaftlichen Situation kann es nicht wundernehmen, wenn in Gacko zur Zeit der ottomanischen Regierung das die Waffe liebende Volk der Hercegovcen, statt in mühevoller Arbeit dem Boden sein kärgliches Brot abzugewinnen, in die Berge zog und das freie Leben der Hajduken führte, wenn Noth und Hunger sein ständiges Los waren, und die Anarchie in diesem entlegenen und schwer zugänglich gewesenen Landestheile mehr als anderswo zum Ausbruche kam. Gacko wurde zu einem constanten Herde der Unruhen, zugänglich jeder Agitation aus dem benachbarten Montenegro. Das muhammedanische Element der Bevölkerung, welches den meisten Grundbesitz in Händen hat, war es, das hiedurch am härtesten betroffen wurde. Die Ergebnisse der Volkszählung vom Jahre 1879 sprechen deutlich genug, auf welchen Grad der Verarmung die Bevölkerung gesunken war. Auf 9295 Seelen dieses von der Viehzucht lebenden Bezirkes kamen nur 1258 Pferde, 3617 Rinder, 11.320 Schafe und Ziegen, welche Zahlen auch so ziemlich das damalige ganze bewegliche Vermögen im Bezirke darstellen.

Selbst die ottomanische Verwaltung konnte solchen Zuständen gegenüber nicht ganz unthätig bleiben. Alljährlich wanderten Unterstützungen nach Gacko, um das Volk vor dem Verhungern zu schützen. Die Gackaner wurden so zu einer Art von Staatspensionären, Gelegenheit zu sonstigem Verdienste gab Raub und Kampf. Auch die österreichisch-ungarische Verwaltung musste in den ersten Jahren der Occupation diese Unterstützungen theils durch Verabfolgung von barem Gelde, theils durch Betheilung der Bevölkerung mit Frucht fortsetzen. Circa 60.000 fl. wurden in dieser Form in den Jahren 1879—1882 als Spenden vertheilt. Welchen Umfang die Noth erreichte, lässt sich aus einer vom 11. December 1880 datirten Meldung des Bezirksamtes Gacko entnehmen, wonach auf Grund des Ergebnisses der Ernte vom Jahre 1880 für das ganze folgende Jahr 1881 auf eine Person nur 58 *kg* Getreide, 24 *kg* Kartoffel und 4 *kg* Kraut zur Ernährung entfielen, trotzdem zu jener Zeit schon der grösste Theil der oben angegebenen Unterstützungssumme verausgabt war und die Bevölkerung unter Garantie ihrer Notablen sich bei einem Ragusaner Kaufmanne 1875 *q* Getreide ausgeliehen und bereits verwendet hatte. Ein Drittel der Bevölkerung des ganzen Bezirkes war damals vollständig auf die Unterstützung des Staates angewiesen.

Die Befestigung der Sicherheit und Ordnung, die sich mehrende Gelegenheit zum Verdienste, einerseits bei der Verpflegung der in Gacko und später in Avtovac concentrirten grossen Truppenmacht, andererseits bei den in den Jahren 1880—1887 durch-

geführten Strassenbauten Nevesinje—Gacko—Avtovac und Avtovac—Plana (als Anschluss an den Strassenzug nach Ragusa), für welch' letztere im ganzen rund 432.000 fl. verausgabt wurden, machten wenigstens der äussersten Noth ein Ende. Dieselbe wurde hiedurch wohl gelindert, nicht aber von Grund aus beseitigt. Nur eine die wirtschaftlichen Verhältnisse des Bezirkes auf Basis der vorhandenen natürlichen Bedingungen verbessernde Action konnte dauernde Hilfe bringen, ja sogar die Grundlagen für den Wohlstand der Bevölkerung schaffen. Als solche stellte sich die Förderung der Viehzucht dar und als erstes Mittel hiezu die möglichste Beseitigung des winterlichen Futtermangels durch Hebung des Erträgnisses der Wiesen im Gackopolje. An letzteren participirt eine so grosse Anzahl von Wirtschaften, dass der Effect dieser Massregel thatsächlich auch einem grossen Theile der Bevölkerung unmittelbar zugute kommt.

Diese Vorgeschichte der Melioration wird die sonst vielleicht auffallende Thatsache hinreichend erklärlich erscheinen lassen, wenn, wie es im Gackopolje der Fall ist, die Melioration von Privatgründen auf Staatskosten erfolgt. Es ist eine durch die gänzliche Verarmung des Volkes nothwendig gewordene Hilfsaction. Indem sie dem Volke die Möglichkeit zur dauernden Verbesserung seiner materiellen Existenz bietet, wird dasselbe der Ruhe und Arbeit und der Ergebenheit an die österreichisch-ungarische Verwaltung zugeführt.

Werfen wir nun einen Blick auch auf jene Eigenthümlichkeiten des Arbeitsfeldes (Taf. VI), welche für die zu lösende Aufgabe vom technischen Standpunkte von Interesse sind.

Die südöstlichste Ecke des circa 24 *km* langen und im Mittel 3·5 *km* breiten Beckens von Gacko ist verkarstet, nördlich von Dobrelja beginnen Weide, Wiese und Ackerland und breiten sich über die ganze Ebene bis an ihr Ende aus. Dieser Theil in einer Länge von beiläufig 16 *km* bildet das eigentliche Gackopolje. Eine nicht sehr bedeutende, vom Fusse der Baba planina in der Gegend des Dorfes Stolac abzweigende, über Kula Fazlagić führende Hügelkette scheidet dasselbe in ein grosses und kleines Polje. Das erstere umfasst den Hauptcomplex des dermalen in die Melioration einbezogenen Territoriums im Ausmasse von circa 1000 *ha*, dessen Erweiterung um circa 380 *ha*, wie aus dem Übersichtsplane zu entnehmen, bis Medanić geplant und zum Theile auch schon in Angriff genommen worden ist.

Die für die Melioration in Betracht kommende Fläche hat in der zwischen dem Fusse der Ponikve planina und der Mušica gelegenen Partie eine schwache, gegen den Fluss zu gerichtete Neigung, welche sich in der Höhe zwischen Gacko und Avtovac noch bis zum Rande der Hügelkette von Kula Fazlagić fortsetzt, so zwar, dass hier die Mušica, am oberen Rande der mit 1—2‰ geneigten Ebene dahinfliessend, für die Bewässerung sehr günstig situirt ist. In der Längsachse des Polje genommen, folgt im links der Mušica gelegenen Theile die Neigung desselben im allgemeinen der Flussrichtung, während die rechtsuferige nordwestliche Ecke sich sanft gegen die Mušica abdacht. Mehrere kleine aus der Ebene aufsteigende Hügel und Terrainwellen unterbrechen diese hier im allgemeinen geschilderte Terrainformation, ohne selbe jedoch wesentlich zu alteriren.

Das über den ganzen westlichen und südlichen Theil der Hercegovina ausgebreitete Phänomen des Karstes verleiht auch den das Becken gegen Süden und Westen zu einschliessenden Gebirgen den Stempel der Karstlandschaft, erreicht aber an den Hängen der nordöstlich gelegenen Randgebirge des Lebršnik und des Živan sein Ende. Der den oben genannten beiden Gebirgsstöcken vorgeschobene Höhenzug der Ponikve planina besteht aus einer vielfach wiederkehrenden Wechsellagerung von theils

massigen, theils nur 10—30 *cm* starken Bänken schön geschichteten, mehr oder minder mergeligen Kalksteinen mit plattigen Mergel- und dünngeschichteten Thonschiefern. Die starke Verwitterbarkeit der letzteren im Gegensatze zu jener der Kalksteine gibt dem Hochplateau der Ponikve sein eigenartiges Gepräge, von welchen für unsere Zwecke nur das zahlreiche Vorkommen humusreicher, schön beraster Flächen und die schwache Neigung zur Karstbildung zu erwähnen ist. In ähnlich geologischer Bildung baut sich auch aus den etwas breiteren Sohlen der die Mušica bildenden Ursprungsbäche, der Vrba, Dramesina und Zanjevica das Massiv des Lebršnik auf, während das Thal des aus der Vereinigung der drei genannten Bäche entstehenden Mušicaflusses von Kline abwärts bis Mulje aus festen, theils gebankten, theils dicht geschichteten mergeligen Kalksteinen besteht, welche der Fluss in einem engen Defilé durchbricht.

Dieser geologischen Bildung entsprechend strömen dem Polje von den Hängen des Lebršnik und des Živan die einzigen im geschlossenen Gerinne zutage abfliessenden namhafteren Gewässer, die Mušica und der Gračanicabach, und aus dem Fusse der Ponikve planina die meisten Quellen zu, während die Wasserabgabe der übrigen, unter der Einwirkung des wasserverzehrenden Karstes stehenden, das Becken einschliessenden Gebirge nur eine sehr geringe ist. Auch auf die Art des am südlichen und westlichen Rande des kleinen Polje erfolgenden Wasserabzuges übt der Karst bereits seinen entscheidenden Einfluss aus.

Für die Melioration kommt in erster Linie die Mušica in Betracht. Bis auf 6 *km* oberhalb Kline, wo die Lehne des Lebršnik erreicht wird, besitzt die Sohle des Hauptthales durchschnittlich $9^0/_{00}$, im Defilé von Kline bis Mulje verringert sich das Gefälle auf $7{\cdot}5^0/_{00}$. Am Ausgangspunkt des Defilé's, beim Eintritt ins Gackopolje, kommen die vom Wasser mitgerissenen, übrigens nicht sehr bedeutenden Schuttmassen zur Ruhe und bilden einen Kegel mit sehr sanft geneigter Mantelfläche, an dessen Rande Avtovac liegt. Das mit 81 km^2 berechnete Niederschlagsgebiet der Mušica führt bei Avtovac zur Zeit der gewöhnlichen Hochwässer noch circa 80 m^3 per Secunde dem Polje zu, während im Hochsommer die bei Kline noch messbaren 20 Secundenliter im Schuttkegel bei Mulje verschwinden und das Bett der Mušica bei Avtovac trocken liegt. Der zweite grössere Zufluss, der Gračanicabach, besitzt ein Niederschlagsgebiet von 60 km^2, seine Wasserabfuhr ist dementsprechend kleiner als jene der Mušica, doch insoferne günstiger, als die mit circa $0{\cdot}2$ m^3 per Secunde zu schätzende geringste Wassermenge im Hochsommer direct ins Polje gelangt und zur Bewässerung benützt werden kann.

In früheren geologischen Epochen fanden die im Becken von Gacko zur Anstauung gebrachten Gewässer der Mušica und Gračanica offenbar ihren Abfluss in der gegen Nordwest gerichteten Furche des Zalomskathales. Im gegenwärtigen Zustande bildet eine geringe Terrainerhöhung am Eingange dieses Thales eine kleine Wasserscheide, welche der Mušica und dem mit ihr im Polje sich vereinigenden Gračanicabache den Abfluss in diesem offenen Thalgerinne versperrt und dieselben zwingt, durch die zwischen den Dörfern Bašići und Stolac sich vorfindlichen Ponore unterirdisch ihren Weg fortzusetzen. Durch die vorerwähnte Hügelkette von Kula Fazlagić wird der directe Ablauf der Mušica von Avtovac zu den Ponoren verwehrt. Dieselbe wird, wie aus der Karte ersichtlich, gezwungen, das Ende der Hügelkette bei Srdjević zu umgehen und ihren Lauf bedeutend zu verlängern, so zwar, dass deren Gefälle auf ihrem 22 *km* langen Wege von Avtovac bis Stolac nur durchschnittlich $1^0/_{00}$ beträgt. Bei diesem geringen Gefälle vermag das Flussgerinne die im Herbste und Frühjahre auftretenden Hochwässer der Mušica und die später hinzukommenden Hochfluten des Gračanicabaches nicht zu fassen. Diese nehmen ihren Weg in die tiefer gelegenen

Theile des Polje, dasselbe während des Herbstes, Winters und Frühjahrs wiederholt überschwemmend. Finden nun auch die an der Oberfläche angestauten Wasser in circa einer Woche durch die vorhandenen Gerinne ihren Abzug, so verhindert doch die ebene Lage des Polje die Entwässerung des durchtränkten Bodens, infolge dessen derselbe versumpft und nur im Hochsommer durch Verdunstung austrocknet. Auch der vorzeitige Eintritt der Überschwemmung zu einer Periode, in welcher die Heuernte noch nicht eingebracht ist, vermag bedeutenden Schaden anzurichten.

Den Überschwemmungen, deren nachtheilige Folgen wir eben erörterten, verdankt aber das Polje andererseits eine mächtige Schichte urbaren Bodens, welchen die Mušica und Gračanica mit ihren mergeligen und kalkigen Sedimenten ablagerte. Ihr wenn auch ungeregelter Verlauf bewirkt weiters eine allerdings zeitlich und räumlich ganz ungleichmässige Bewässerung, die der Vegetation infolge der vom Boden aufgesogenen grossen Wassermengen bis zu deren Verdunstung doch einen geringen Vorrath von Feuchtigkeit verschafft. Mit dem Schwinden dieser Bodenfeuchtigkeit sind die Wiesen auf die im Sommer spärlich fallenden Regen angewiesen.

Entsprechend den klimatischen Verhältnissen der ganzen Hercegovina sind auch im Becken von Gacko, wenn auch nicht in so ausgeprägter Weise wie in den tieferen Lagen dieser Provinz, während des Sommers die Niederschläge selten und unausgiebig. Nach einer achtjährigen Beobachtungsreihe fielen in der Station Avtovac im Durchschnitt im Frühjahr 392, Sommer 190, Herbst 437 und Winter 248; oder 31·0%, 15·0%, 34·5% und 19·5% der ganzen Jahressumme von 1267 *mm*. Die sommerliche Dürre erstreckt sich auf einen Zeitraum von circa acht Wochen, während welcher das Polje derart austrocknet, dass der Boden tiefe Risse bekommt und die Grasnarbe verdorrt.

Diese Darstellung der hydrographischen und meteorologischen Verhältnisse des Gackopolje verweist mit Rücksicht auf die Bewirtschaftung desselben als Wiesenland von selbst auf die Grundzüge der zu bewirkenden Meliorationsarbeiten, welche in Kürze skizzirt die folgenden sind:

1. Entwässerung der versumpften Partien.
2. Möglichst ausgedehnte intensive und gleichmässige Anfeuchtung der Wiesen während des Frühjahrs, und Sommers.
3. Regulirung des Verlaufes der Hochwässer, ohne aber die Herbst- und Frühjahrsüberschwemmungen verhindern zu wollen.
4. Beschleunigung des Überganges aus der Sumpfvegetation in jene ertragsreicher Wiesen.

Der Lösung dieser Aufgaben sind die in der Folge beschriebenen Arbeiten gewidmet.

Die Versumpfung war naturgemäss an der tiefsten Stelle des Polje, daher in der Ichse, welche die von Ost gegen West gerichtete Abdachung desselben mit dem Fusse der Hügelkette von Kula Fazlagić bildet, am intensivsten, zog sich aber zufolge der geringen Neigung dieser Abdachung weit in dieselbe hinauf, genährt aus einzelnen im Polje selbst entspringenden Quellen. Darnach bestimmte sich auch die Lage des Hauptentwässerungscanales III, welcher entlang der vorerwähnten Hügelkette situirt ist. Um demselben nicht zu grosse Dimensionen geben zu müssen, wurde annähernd parallel und in Verbindung mit ihm stehend, auch der Canal V hergestellt. Beide werden vom Ostrožicabache aufgenommen und deren Wässer theils durch denselben, theils durch den Canal VIII der Mušica zugeleitet. Eine Reihe von Seitengräben, zumeist in der Richtung des stärksten Gefälles der Ebene fast senkrecht auf die Hauptabzugscanäle angelegt, sorgt für die Entwässerung, beziehungsweise Entsumpfung des Terrains.

In ähnlicher Weise wirkt auch mit seinen Verästelungen der Canal IV, welcher das Wasser einer im Polje auftauchenden namhafteren Quelle dem Glibovacbache zuführt. Über die Verwendung dieser Canäle zur Bewässerung wird noch an anderer Stelle die Rede sein.

Der Erfolg der Entwässerungsanlage machte sich schon in den nächsten Jahren nach deren Herstellung derart geltend, dass die Bevölkerung, die ganze Idee des Meliorationswerkes noch nicht erfassend, im Hinblick auf die im Sommer trocken stehenden Gräben ihrer Besorgnis vor den Folgen der Entwässerung in sehr charakteristischer Weise mit den Worten Ausdruck gab: „što nam treba findžan bez kave?“*) Es lässt sich kaum treffender und kürzer der eigentliche Zweck der Meliorationsanlage, die Bewässerung, charakterisiren als mit diesem Ausspruche.

Wir haben schon gesehen, dass die Herbst- und Frühjahrshochwässer das Polje periodisch überschwemmen. Diese zeitlich und räumlich ungleichmässig vertheilte Wasserzufuhr kann zwar keine rationell bewässernde, wohl aber eine befruchtende Wirkung ausüben. Dieselbe trägt dem Polje, wie der kurzen Darstellung der geologischen Verhältnisse des Niederschlagsgebietes der Mušica zu entnehmen, theils durch chemische, theils durch mechanische Lösung der Gesteine des Ursprungsgebirges düngende Bestandtheile zu. Infolge der Auslaugung erhalten die aus den Alpenwiesen kommenden Wässer noch eine weitere Vermehrung der Nährstoffe. Eine von der k. k. landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Wien vorgenommene chemische Analyse des Schlammes der Mušica ergab:

Wasser	7·90 %	Glühverlust	20·25 %
Stickstoff und organische Substanzen	0·37 % + 11·98 %		
in Salzsäure unlöslich			75·43 %
Phosphorsäure	0·24 %	löslich in Salzsäure	4·27 %
Kali	0·43 %		
Kalk, Kohlensäure, Magnesia etc.	3·60 %		

Nach diesen Ziffern kann der Schlamm der Mušica rücksichtlich seiner chemischen Bestandtheile als vorzüglich qualificirt werden. Um so willkommener ist dieser befruchtende Effect der Überschwemmungen, als die während eines Theiles des Jahres mehr oder minder beschränkte Menge des zur Verfügung stehenden Wassers, anbetrachts der grossen Ausdehnung der zu meliorirenden Flächen, ohnedies für eine auf künstliche Weise einzuleitende düngende Bewässerung nicht hingereicht hätte, und schon aus diesem Grunde nur die Anfeuchtung der Wiesen erreichbar war.

Über den Wasserbedarf für die anfeuchtende Bewässerung in südlichen Ländern liegen Erfahrungsresultate vor, nach welchen dieselben in Oberitalien per *ha* und Secunde für Wiesen auf schwerem Boden 1·026 *l*, auf mittlerem Boden 1·494 *l*,**) in Frankreich 1·5—2 *l****) continuirlichen Zufluss erfordert. Nachdem die auf beiden Seiten der Mušica gelegenen zu meliorirenden Complexe ein Areale von circa 1000 *ha* zumeist schweren Wiesenbodens umfassen, so beträgt der Wasserbedarf bei Annahme von einem Secundenliter continuirlichen Zuflusses einen Secundencubikmeter und kann dieses Wasserquantum vom Monate October bis Mai dem Bette der Mušica von Avtovac abwärts direct entnommen werden. Drei Grundwehre, das Avtovacer (Taf. XVIII, Fig. 4—8,

*) Was nützt uns die Kaffeeschale ohne Kaffee?

**) Markus, Das landwirtschaftliche Meliorationswesen Oberitaliens, S. 59.

***) Perels, Handbuch des landwirtschaftlichen Wasserbaues, S. 501.

Taf. XIX, Fig. 6—8), Benko- und Hajvanwehr, dienen, wie dem Situationsplane zu entnehmen, während dieser Zeit zur Speisung der Bewässerungsgräben. Im Intervall zwischen Mai und October fällt jedoch allmählich der Wasserstand im Flusse bei Avtovac bis zur gänzlichen Austrocknung, im Ursprungsgebiete bei Kline bis auf 20 *l* per Secunde, und erst der Herbst bringt wieder die Füllung des Flussbettes. Für die Bewässerung der Wiesen während der im Durchschnitt 60 Tage lang dauernden Periode der grössten Trockenheit muss daher das Wasser aus dem Überflusse der Frühjahrsniederschläge in künstlicher Weise aufgespeichert werden.

Die Bedingungen hiezu sind in günstigster Weise vorhanden. Die geräumigen, nach einer eingehenden geologischen Untersuchung in ihren tiefer gelegenen Partien als wasserhältig erkannten Thäler der drei Ursprungsbäche Vrba, Dramesina und Zanjevica bieten unmittelbar vor ihrer Vereinigung hinlänglich Raum für die Magazinirung des benöthigten Wasservorrathes, und der am Zusammenflusse der Vrba und Dramesina bei Kline gelegene Eingang in das Felsdefilé der Mušica ist zur Anlage einer Reservoirmauer wie geschaffen.

Die Frage, welche Wassermenge soll magazinirt werden, würde allerdings durch die Multiplication der drei Grundfactoren: 1000 *ha* durch 45 Tage mit 1 Secundenliter per *ha* zu bewässernder Fläche = 3,888.000 m^3 einfach beantwortet sein, wobei nach den bisherigen Beobachtungen angenommen ist, dass das Reservoir durch 45 Tage ohne Nachfüllung bleibt. Doch die Kosten der Reservoirmauer erreichen für eine so grosse Anlage eine Höhe, die bei aller Würdigung der hiemit erzielten Vortheile nicht im Verhältnisse zu letzteren stünden. Die wirtschaftlichen wie auch die Besitzverhältnisse des Gackopolje weisen vielmehr darauf hin, dass, wenn schon mit beschränkten Mitteln gearbeitet werden muss, nicht so sehr die intensive Hebung eines enger begrenzten Territoriums, als vielmehr die gleichmässige, wenn auch nicht den höchsten Anforderungen entsprechende Verbesserung eines möglichst grossen Wiesencomplexes anzustreben ist. Es wurde daher für die Berechnung des Minimalwasserbedarfes zur Sommerbewässerung die continuirliche secundliche Zufuhr nur mit 0·5 *l* per *ha*, und zwar nur für die links der Mušica gelegene, 876 *ha* umfassende Wiesenfläche angenommen, da die rechtsuferigen Wiesen wenigstens zum Theile mit Quellwasser speisbar sind. Der nach voriger Annahme zu beschaffende Wasservorrath von 1,702.944 m^3 wurde mit Rücksicht auf die Verluste durch Verdunstung und Versickerung auf 1,730.000 m^3 erhöht, wobei die in 45 Tagen aus dem continuirlichen Minimalzufluss bei Kline per 20 Secundenliter resultirende Wassermenge von 77.760 m^3 hinsichtlich der nutzbaren Wasserabgabe nicht in Betracht gezogen wird, weil selbe ebenfalls als Ersatz für Wasserverlust dienen soll. Dem in Taf. XXIII dargestellten Wirtschaftsplane ist zu entnehmen, dass die vorangegebene Minimaldotation von 0·5 *l* per Secunde schon in etwas reichlicher mit Regen bedachten Sommern erhöht werden kann.

Nach dem Vorgesagten stellt sich als wichtigstes Object der ganzen Melioration die bei Kline im oberen Laufe der Mušica zu errichtende Reservoiranlage dar.

Die Schaffung derartiger Bauwerke reicht bis an die Grenzen der Geschichte menschlicher Cultur. In China, Japan, Indien, Assyrien, Ägypten, Spanien, Peru, Ceylon finden sich seit undenklichen Zeiten solche Anlagen, theils teichartig, theils durch Anwendung von Thalsperren gebildet. Dem Beispiele der Alten sind die Culturvölker der Neuzeit und, durch die klimatischen Verhältnisse genöthigt, insbesonders jene, welche von den Mittelmeerländern Besitz ergriffen, gefolgt. Grosse Summen haben die Engländer für die Aufspeicherung des Nilwassers verausgabt, die Verwendung noch grösserer steht

im Projecte. Mit einem Kostenaufwande von 7,840.000 Mark*) magazinirten die Franzosen in Algier 66,000.000 m^3 zur Bewässerung von 50.000 *ha*. Würde es noch eines weiteren Beweises für die wirtschaftliche Nothwendigkeit und Rentabilität derartiger Anlagen bedürfen, das Beispiel Englands und Frankreichs, dieser hervorragenden Colonisationsstaaten, documentirt den Wert der Wasseraufspeicherung, insbesonders für das Gebiet des subtropischen Klimas. Auch Spanien, das geschichtliche Land für Thalsperren, sorgt unaufhörlich für die Vermehrung dieser Objecte.

Die Construction des in Taf. XXI, Fig. 2 dargestellten Profiles der Reservoirmauer in Kline (Taf. XIII, Fig. 1) ist nach dem Systeme des französischen Ingenieurs Krantz gebildet und sind die der Berechnung zugrunde gelegten Constructionsdaten der Zeichnung beigefügt.

Die Mauer konnte durchwegs auf Felsen fundirt werden, wobei die seitlichen Anschlüsse an die beiderseitigen Felslehnen des Defilés treppenförmig abgestuft wurden. Ihre grösste Höhe, vom Absatze des in der Flusssohle im Durchschnitt 4 m tiefen Fundaments an gemessen, beträgt 22·0, die Breite an der Krone 4·6, an der Basis 16·7 und die Länge in der Kronenhöhe 104·5 m, der cubische Inhalt 9504 m^3. Das Mauerwerk, welches in der Flusssohle auf einer 0·6 m starken Betonschichte ruht, wird aus Bruchsteinen cyklopenartig aufgeführt und hiezu ein mit Puzzolanerde aus Neapel hergestellter Mörtel**) benützt. Die für die Beschaffung des Nutzwassers von 1,730.000 m^3 nothwendige Wasseranstauung erreicht die Höhe von 19 m (Cote 1027 m) über der Thalsohle; dieselbe steigt infolge der beim Abflusse des maximalsten Hochwassers eintretenden Stauung um weitere 2 m. Mit Rücksicht auf die vor Winden möglichst geschützte Lage des Reservoirs, welche keinen bedeutenden Wellenschlag voraussetzen lässt, wurde 1 m freier Höhe über den höchst gestauten Wasserspiegel als genügend befunden und schliesst daher die Mauerkrone mit der Cote 1030 ab.

Zur unschädlichen Ableitung der Hochwässer dient ein im Felsen eingesprengter, von der Reservoirmauer vollständig unabhängig situirter Hochflutcanal. Die wichtigste Frage für die Dimensionirung dieses Canales, die Bestimmung der maximalsten zur Abfuhr gelangenden Hochwassermenge, musste mangels an Pegel- und Wassermessungen aus den vorhandenen Beobachtungen der Niederschläge in der Station Avtovac und der Grösse des Niederschlagsgebietes der Mušica abgeleitet werden. Mit Benützung der Formeln des schweizerischen Ingenieurs Lautenburger***) zur Berechnung der mitteleuropäischen Quellen- und Stromabflussmengen ergab die aufgestellte Rechnung für das in der Secunde bei grösstem einstündigen Schlagregen mit 0·02 Secundenmillimeter, mögliche Ultramaximum des Hochwassers die Quantität von 420 m^3. Hierauf basirt die Dimensionirung des Hochflutcanals, welcher bei einer Länge der mit der nutzbaren Stauhöhe 1027 correspondirenden Überfallskante von 80 m bei einem Gefälle von 2% (Taf. XXI, Fig. 4) und bei einer Wasseranstauung bis zur Cote 1029 das obige Hochwasserquantum abzuleiten vermag. Die ganze Länge des unterhalb der Überfallskante auf 20 m sich verengenden Canales beträgt 91 m und mündet derselbe 40 m abwärts des Fusses der Reservoirmauer in das Felsenbett der Mušica ein.

Zwei die Seitenflanken der Mauer umgehende, im massiven Felsen ausgearbeitete Stollen I und II (Taf. XXI, Fig. 1) mit 8·64 m^2 und 7·56 m^2 Querschnitt und 125·2, beziehungsweise 100·5 m Länge sind bestimmt, die während des Baues eintretenden

---

*) August Hess, Fortschritte im Meliorationswesen, 1892, S. 54.

**) Mischungsverhältnis: 1 Theil gewaschener Sand, 2 Theile Kalk, 6 Theile Puzzolanerde.

***) Allgemeine Bauzeitung, Jahrg. 1887, Heft 2—4 und 12.

Hochwässer unschädlich abzuleiten. Bei einem Gefälle von 1 %, beziehungsweise 3 %, können durch selbe die gewöhnlichen Hochwässer mit rund 80 m^3 per Secunde ihren Abfluss finden. Beiden Stollen fällt nach Vollendung der Reservoirmauer die Aufgabe zu, zur Entleerung und Reinigung des Reservoirs, Abfuhr des angeschwemmten Schotters, wie auch nach Bedarf zur Ableitung des Nutzwassers für die Bewässerung zu dienen.

In letzterer Hinsicht ist es hauptsächlich der Stollen I, welcher zu diesem Zwecke herangezogen wird. Nur während allfälliger Reparaturen oder sonstiger Störungen im Betriebe wird an seiner Stelle der Stollen II in Function treten. Die durch gemauerte Portale (Taf. XXII, Fig. 3, 4) gebildeten und auf 2 *m* lichte Höhe und 1·4 *m* lichte Weite reducirten Stolleneingänge werden durch je eine Schleusentafel abgeschlossen. Aus Gusseisen hergestellt, haben dieselben die Form von Halbcylindern, gleiten in gusseisernen, mit Holz ausgefütterten Rahmen, auf welchen sie abdichten. Anbetrachts des auf eine Tafel ausgeübten bedeutenden Wasserdruckes von rund 60.000 *kg* und der Nothwendigkeit, die Schleuse in kurzer Zeit öffnen und schliessen zu können, erfolgt deren Hebung durch hydraulische Kraft. Das hiezu nöthige Druckwasser von 60 Atmosphären wird durch eine Handpumpe mit zwei Pistons, bei circa $3^1/_2$ stündiger Arbeit, in einem Accumulator von 250 *l* Inhalt aufgespeichert. Die Pumpe saugt aus einem Reservoir von 2 m^3 Fassungsraum.

Accumulator, Pumpe und Reservoir sind in einer Centralstation (Taf. XXII, Fig. 6, 7) aufgestellt, in welcher die ganze Manipulation für die Wasserabgabe aus dem Staubassin bewerkstelligt wird. Zu diesem Zwecke führen vom Accumulator je zwei Rohrstränge zu den oberhalb der Schleusentafeln angebrachten hydraulischen Cylindern von 390 *mm* Durchmesser und 2·1 *m* Hubhöhe, deren Kolbenstangen mittelst einer gelenkartigen Verbindung direct an die Tafeln angreifen. Durch eine in der Centrale angebrachte Steuerung mit Handhebel und entlastetem Kolbenschieber können entweder beide Rohrstränge zum Cylinder abgesperrt oder gleichzeitig der eine auf Druck, der andere auf Abfluss gestellt werden. Im ersteren Falle wird die Bewegung der Schleusentafel in jeder Richtung zur Ruhe gebracht, im letzteren Falle dem Cylinder abwechselnd ober oder unter dem Kolben Druck gegeben und die Bewegung hervorgerufen. Zu einem Hub der Schleusentafel werden circa 200 *l* Druckwasser verbraucht und erfolgt der Hub in zwei Minuten. Das verbrauchte Wasser strömt durch die Rohrleitung wieder dem Reservoire zu. Bei vollkommener Dichtheit der Rohrleitung lässt schon die Bewegung des Accumulators die Stellung der Schleusentafel erkennen. Der Sicherheit halber wird aber diese Bewegung noch durch eine besondere Zeigervorrichtung mittelst Drahtzug in der Centrale ersichtlich gemacht.

Mit Rücksicht auf die infolge der grossen Dimensionen der Stollenschleuse schwer zu erzielende Präcision in der Regulirung der zum Abfluss gelangenden Wassermengen erscheint die Benützung derselben für den Abfluss des Nutzwassers nicht zweckmässig und führt eine gusseiserne, mittelst Schieber sperrbare Rohrleitung von 1 *m* Durchmesser, deren Einlauf durch den sogenannten Betriebsthurm (Taf. XXII, Fig. 5) vor Verschlemmung und Verschotterung geschützt ist, das Betriebswasser dem Stollen I zu.

Das dem Reservoir entnommene Nutzwasser muss bis zum Eintritte in das Meliorationsgebiet des grossen Gackopolje einen Weg von 6·8 *km* zurücklegen. In der Strecke von Kline bis Mulje schützt die Felsensohle der Mušica vor dem Verluste des kostbaren Gutes. Von Mulje abwärts musste jedoch das im Schuttkegel eingegrabene Bett der Mušica verlassen und ein in der Sohle abgedichteter Canal von 2·2 *km* Länge neu her-

gestellt werden, in welchen das Nutzwasser durch ein bei Mulje errichtetes, mit Einlassschleuse und Grundablass (Taf. XIX, Fig. 1—5) versehenes Wehr eingeleitet wird. Mittelst einer an der Strasse Plana—Avtovac errichteten Theilungsschleuse erfolgt die Dirigirung des Wassers nach den verschiedenen Bewässerungsrevieren.

Nachdem wir die für die Melioration des Gackopolje wichtigste Frage der Wasserbeschaffung einer gedrängten Schilderung unterzogen haben, erübrigt noch, die Bewässerungsanlagen kurz zu beschreiben.

Hinsichtlich der Art der anzuwendenden Bewässerungsmethoden waren die am höchsten ausgebildeten des Kunstwiesenbaues, welche eine gänzliche Umgestaltung der Terrainoberfläche erfordern, sowohl wegen der grossen Kosten der Neuherstellung wie der Erhaltung von vorneherein ausgeschlossen. Auch würde der Bevölkerung selbst bei vorgeschrittener Auffassung des Werthes der Wiesencultur das Verständnis für die rationelle Pflege solcher Anlagen gefehlt haben, woran es übrigens auch in cultivirteren Ländern mitunter noch mangelt. Die bereits skizzirte Oberflächengestaltung des Polje begünstigt aber in hohem Maße die Anwendung der natürlichen Wiesenbausysteme, die denn auch unter Anpassung an die gegebene Terrainformation in ihren verschiedenen Methoden zur Ausführung kommen. Es würde hier zu weit führen, in die Details dieser Anlagen einzugehen, die gegenwärtig über ein Netz von circa 29·1 *km* Hauptcanälen, 29·0 *km* Seitengräben und 65 *km* Bewässerungsrinnen nebst 6 Stauwehren, 81 Schleusen, 30 Fahr- und 16 Reitwegbrücken, deren wichtigste Typen auf Taf. XX, Fig. 1—5, Taf. XXII, Fig. 1, 2 dargestellt sind, verfügen. Nur im allgemeinen sei bemerkt, dass die an der Abdachung gelegenen Revierflächen durch wilde Berieslung, die entlang des Fusses der Hügelkette von Kula Fazlagić befindlichen Wiesen durch Überstauung und endlich die wegen Mangel an Gefälle nicht rieselbaren Gebiete durch Einstauung die Anfeuchtung erhalten. Das zur Entwässerung hergestellte Grabennetz wird in entsprechender Weise zur Bewässerung mit herangezogen und dienen die Canäle III, V und VIII als Vorflut für den Abzug des Bewässerungswassers, die zwei erstgenannten auch als Zubringer für die Staubewässerung.

Von den beiden letzten Aufgaben der Meliorationsanlage, der Regulirung des Verlaufes der Hochwässer und der Beschleunigung des Überganges der Sumpfvegetation in jene ertragsreicher Wiesen, fällt die erstere noch der Reservoiranlage in Kline zu, welche den ersten Anprall der Hochwässer aufzuhalten und die angesammelten Wassermengen allmählich abzugeben hat. Es kann sich hier selbstverständlich nur um eine durch den Fassungsraum des Reservoirs beschränkte Regelung des Abflusses handeln, welche aber in gewissen Grenzen und gerade zu jener Zeit, wo selbe wegen der Gefährdung der Heuernte, d. i. im Herbste, am nöthigsten ist, immerhin erreichbar sein wird.

Die Vegetation des Sumpfbodens, charakterisirt durch Sumpfgräser und eine die Oberfläche bedeckende Moosschichte, verliert allerdings durch die Entwässerung des Untergrundes ihre Existenzbedingung und macht, begünstigt durch den infolge der Circulation des Wassers eintretenden Auslaugungsprocess des Untergrundes im Laufe der Zeit einer neuen, den geänderten Bodenverhältnissen entsprechenden Grasnarbe Platz. Diese Umwandlung vollzieht sich jedoch nur sehr langsam und allmählich. Zur Beschleunigung derselben trägt wesentlich die Beseitigung der das Wachsthum besserer Gräser verhindernden Moosdecke bei, wozu die Moosegge ein ganz vorzügliches, im ausgedehnten Maße zur Anwendung gekommenes Mittel bot.

Anbetrachts der grossen Ausdehnung der meliorirten Flächen ist es wohl selbstverständlich, dass von der Aufbringung künstlicher Düngungsmittel abgesehen und

Die grösste Schwierigkeit bildete die Einschränkung der Frühjahrsweide. Es wurden der Bevölkerung, welche ihren Viehstand mit jeder Chance, die der Vermehrung desselben günstig ist, erhöht, ohne an die Möglichkeit der Erhaltung desselben über den Winter zu denken, in den ersten Jahren als Ersatz für die im Frühjahre successive entzogenen Weideflächen Heuvorräthe leihweise ausgefolgt, die nach der Heuernte in natura rückzuerstatten waren. Seither hat sich vieles schon gebessert, und eben jetzt, wo wir diese Zeilen schreiben, kommt die Nachricht, dass die Interessenten aus eigener Initiative zur früheren Einleitung des Wassers auf ihre Wiesen drängen und mithin aus eigener Einsicht auf die Möglichkeit der Frühjahrsweide verzichten.

Aber auch die Zulassung der Herbstweide machte besondere Vorkehrungen zur Schonung der Meliorationsanlagen nöthig. Einer ihrer Hauptnachtheile liegt in der Beschädigung der Gräben und Canäle durch das weidende Vieh, welches sich früher nahezu aufsichtslos das Futter suchte, wo es ihm am nächsten zu finden war. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde durch eine vorläufig nur provisorisch aufgestellte Weideordnung das Verhältnis der Zahl der Hirten zur Grösse der Herden und die Benützung der Weiden geregelt. Damit der Bevölkerung die nothwendig gewordene Aufstellung einer grösseren Anzahl von Hirten erleichtert werde, erhielten jene Landwirte, die ihre Herde besonders gut bewachten, von staatswegen kleine Remunerationen. Selbstverständlich sorgen aber auch Strafbestimmungen für die Einhaltung der erlassenen Vorschriften.

Den mit den hierländigen Verhältnissen unvertrauten Leser mag es wohl etwas eigenthümlich anmuthen, wenn er von diesen Actionen der Regierung hört. Man darf aber nicht vergessen, dass die Monarchie die Verwaltung eines Landes übernommen, dessen Volk in seiner wirtschaftlichen Entwicklung in einer dem Urzustande nahen Stufe sich befand, welchem auch nicht die geringste Gelegenheit geboten war, an den culturellen Fortschritten der Menschheit zu participiren. Und auch noch gegenwärtig fehlt es in diesen entlegenen Gegenden an dem belehrenden und aneifernden Beispiele, welches Privatmusterwirtschaften bieten würden; hier muss die Verwaltung schaffend und gleichzeitig auch erziehend wirken, will sie die im Lande und im Volke schlummernden Kräfte zum Leben wecken.

Aus diesen Erwägungen ist die Errichtung der landwirtschaftlichen Musterstation in Gacko (Taf. XIII, Fig. 2) entstanden. Gleichwie in Livno soll durch dieselbe die Einführung besserer Viehrassen, eine rationellere Pflege der Viehzucht und die Verwerthung der Rohproducte angebahnt werden. Ihrem belehrenden Beispiele hinsichtlich der Wiesencultur ist auch das raschere Aufdämmern der Erkenntnis des Werthes der Melioration bei der Bevölkerung zu danken. Dass dieselbe nicht verfehlen wird, ihren fördernden Einfluss auf die Hebung der Viehzucht auszuüben, beweist das ganz bedeutende Anwachsen des Viehstandes. Nach den Zählungen des Jahres 1895 wurden 18.527 Stück Gross-, 104.111 Stück Kleinvieh, gegen den Stand des Jahres 1879 das Vier- bis Neunfache, constatirt.

Speciell in Gacko tritt aber, wie wir schon an anderer Stelle darlegten, zum wirtschaftlichen auch das politische Moment hinzu, um dieser Schöpfung der Landesverwaltung einen über ihren technischen Zweck bedeutungsvollen Wert zu verleihen. Das seinen Vortheil genau abwägende Volk braucht sich nur der vergangenen Zeiten zu erinnern und einen Blick auf die trostlosen Zustände zu werfen, welche jenseits der nur wenige Stunden entfernten montenegrinischen Grenze herrschen, um zu erkennen, welcher Wandel der Zeiten und der Verhältnisse eingetreten, und wie sehr es an der Erhaltung der gegenwärtigen Ordnung interessirt ist.

Tafel VII.

ÜBERSICHTSKARTE
des Mladegebietes.

POSUŠJE POLJE
HERCEGOVINA
DALMATIEN
ADRIATISCHES MEER
CANALE DELLA NARENTA
SOVIČKO POLJE
BIELO POLJE
Imoski
Sovići
Postranje
Prološac
Ramović
Kratatica
Drinovci
Samovac
Dragičina
Kamenmost
Župa
Rašćane
Kružica
Slime
Kraljevica
Velići
Vitina
Blok
Drovinci
Vrhgorac
ASTOK
Ljubuški
nach Mostar
Humac
Klenak
Zavalje
Dusina
Ričice planina
Zaostrog
Podaca
Gradac
JEZERO
Blagaj
Kabinag
Kunjica
Besne
Rašić
Gabela
Metković
Volarske
Luke
Čapljina
Struge
Gorica
Počitelj
Mostar
Rama
Neretva
Trebižat
Buna
Bunica
Jasenica
Ljubuški
Grabovica
Klobuk
Zavalje
Orahovo
Jarane
Klenak
Rotimlja
Kamenica
Kamenmost
Rašćane
Kružica
Slime
Kraljevica
Velići
Vitina
Blok
Drovinci
Vrhgorac
ASTOK
Ljubuški
Humac

Das Meliorationsproject des Mladegebietes.

Von Imoski südwärts bis zur Narenta liegt entlang der hercegovinisch-dalmatinischen Grenze in beiden Territorien eine Reihe von grossen Karstbecken, die vermöge ihrer Fruchtbarkeit und der Üppigkeit ihrer Vegetation zu den ausgezeichnetsten und wertvollsten Gebieten dieser Provinzen zählen.

Dem grössten, dem Becken von Imoski (Taf. VII) mit einem Flächenraume von 9200 *ha* (1 *ha* = 1·7 österr. Joche) in der Meereshöhe von 250—270 *m*, folgen in südlicher Richtung stufenweise abfallend:

das Mladethal	mit	2300 *ha*	in	durchschnittlich	77 *m*	Meereshöhe
der Rastok	„	1700 „	„	„	60 „	„
der Jezerac	„	390 „	„	„	30 „	„
und der Jezero	„	2900 „	„	„	27 „	„

Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse dieser Becken werden durch die Beobachtungsergebnisse der Stationen Imoski, Humac und Vrhgorac charakterisirt und durch die folgende Tabelle veranschaulicht:

Station	Temperatur in Celsius-Graden					Niederschlagsmengen in *mm*					Anzahl der Beobachtungsjahre
	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr	
Imoski . . .	12·3	23·2	14·4	3·7	13·4	168	103	323	268	862*)	5
Humac . . .	13·0	23·6	14·5	3·8	13·7	302	118	421	371	1212	7
Vrhgorac . .	13·6	24·5	15·2	4·4	14·4	445	156	623	610	1834	8

*) Die Angaben über die Niederschlagsmengen der Station Imoski dürften nach dem Vergleiche mit anderen nahegelegenen Stationen zu nieder registrirt sein. — Besser übereinstimmende Daten liefert die am südlichen Rande des Beckens gelegene Station Ružići mit 1730 *mm* Jahresniederschlag, von welchen 467 *mm* auf das Frühjahr, 121 *mm* auf den Sommer, 727 *mm* und 415 *mm* auf den Herbst, beziehungsweise Winter entfallen.

Den hohen Wärmegraden des Sommers, der milden Temperatur des Winters entspricht der südliche Charakter der Vegetation, deren Repräsentanten, der Feigen-, Oliven- und Mandelbaum, die Granate u. s. w., uns an Italien erinnern. Die Fruchtbarkeit des Bodens illustrirt das Erträgnis des Weizens, welcher in guten Lagen und Jahren im Imoskipolje das 10-, im Mladethale das 13fache des Saatkornes liefert.

Von altersher waren diese Oasen in dem meilenweit sie umgebenden Karstgebirge Stätten menschlicher Ansiedlung. Manche Periode des Glanzes und Reichthums mögen sie erlebt haben. Von Ljubuški nordwärts ist der Saum des Mladethales eine aus-

giebige Fundstätte antiker Bauwerke, Tempel und Bäder. Im Mladethal selbst fanden sich bei der Aufnahme desselben für das Meliorationsproject die unzweifelhaften Reste eines ausgedehnten, kunstvoll angelegten Netzes von Bewässerungs- und Entwässerungsgräben. In Runović, Gorica und an anderen Orten im Imoskipolje wurden die Ruinen ausgedehnter römischer Niederlassungen aufgedeckt. Gegenwärtig steht aber die Armut des Volkes im lebhaften Contraste zu den ihm anscheinend in verschwenderischer Fülle gebotenen Lebensbedingungen. Das Räthsel löst sich, wenn man im Frühjahre diese Gegenden bereist und statt fruchtbarer Felder weit ausgedehnte Wasserflächen vor sich sieht, von deren rechtzeitigem Verlaufen es abhängt, ob Noth und Hunger die Bevölkerung dieser sonst mit reicher Fruchtbarkeit des Bodens gesegneten Landstriche heimsuchen. Hier wie in so vielen Karstbecken hindert ein excessives Wasserregime die vollständige Ausnützung des urbaren Landes.

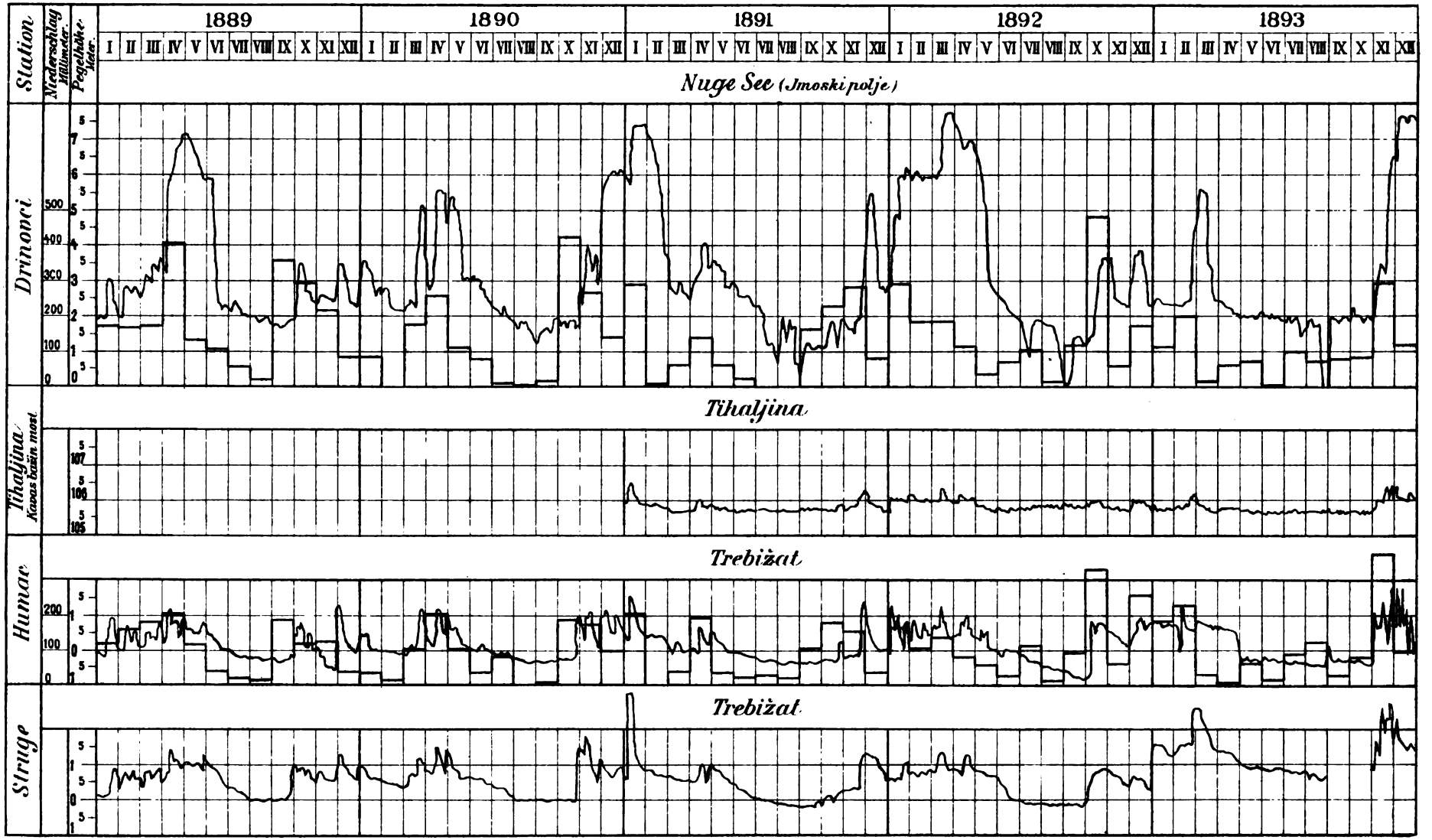
Die eingangs erwähnten Gebiete stehen, wie der folgenden Darstellung zu entnehmen sein wird, im engen hydrographischen Zusammenhange.

Die oberste Thalstufe, das Becken von Imoski, empfängt ihre Zuflüsse theils obertheils unterirdisch. In ersterer Beziehung ist es insbesonders der Abfluss des Polje von Posušje, die Ričina, im Unterlauf Suhaja genannt, welche mit wildbachartigem Charakter dem nördlichsten und höchstgelegenen Theile des Kesselthales ganz bedeutende Wasser- und Geschiebemengen zuführt. Diese ergiessen sich zunächst in den Jezero-Blato, einen See von circa 175 *ha* Ausdehnung, dessen Überwässer theilweise unterirdisch durch Ponore in unbekannter Richtung abfliessen, bei grösseren Anstauungen aber durch ein offenes Gerinne, den in den Vrlikabach einmündenden Sciacanal, dem südlichen, überwiegend grössten Theile des Beckens zugeführt werden. Letzterer empfängt ausserdem während der Regenzeit durch zahlreiche an seinem Nordrande auftretende Quellen noch ganz bedeutende, jeder Messung sich entziehende Wassermengen; seine Sohle besitzt, abgesehen von kleineren localen Abweichungen, im allgemeinen eine Neigung von Nord gegen Süd, mit einem Höhenunterschiede von circa 8—10 *m* und entbehrt eines oberirdischen Abflusses. Dafür finden sich am südlichen Rande eine Reihe grösserer Ponore, von denen die wichtigsten und grössten im Bjelopolje bei Šajnovce und Drinovce liegen. Weiter östlich situirte, so jener bei Krenica, dienen als locale Abzugscanäle für die in einzelnen muldenförmigen Vertiefungen stehen bleibenden Kleinwässer.

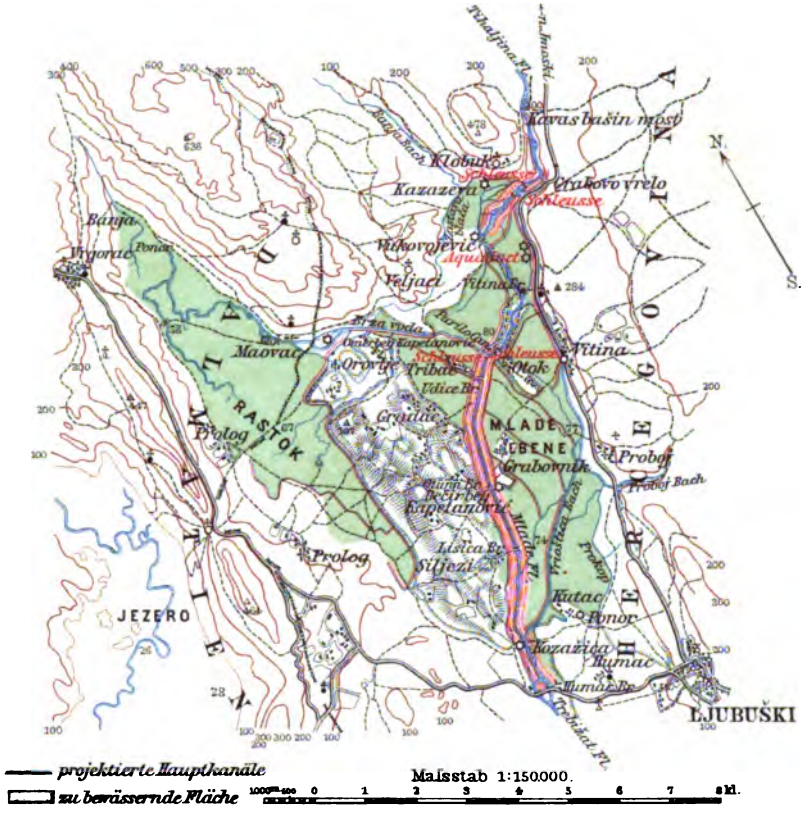
Die dermalige Capacität der Ponore ist für den gewaltigen Wasserzufluss zu gering; es entstehen Anstauungen, die im Herbste und Frühjahre eine Fläche von circa 5600 *ha* periodisch überschwemmen und nach den Pegelmessungen bei Drinovce eine Höhe bis zu 8 *m* (Taf. VIII) erreichen. Infolge der geneigten Lage der Ebene ist die Dauer der Überschwemmungen eine verschiedene. Die höheren nördlichen Partien von Runović aufwärts bis Imoski werden nur bei Wasserständen von circa 4 und mehr Meter überflutet, die Inundation ist auf einen verhältnismässig kürzeren Zeitraum beschränkt und sind die Felder in der Regel gegen Ende Mai bereits wasserfrei. Die Wasserstände von 2—4 *m* Höhe erhalten sich viel länger, oftmals bis in die Monate Juni und Juli. Frühzeitig eintretende Herbstregen bringen die Flutcurve schon im Monate October wieder auf diese Höhe. Solche Überschwemmungsverhältnisse stellen natürlich den Ertrag der von ihnen betroffenen Ländereien ganz in Frage, sie verhindern in einzelnen Jahren den Anbau, in anderen vernichten sie die Ernte. Die unter diesen excessiv ungünstigen Verhältnissen leidende Fläche misst nach einer auf Grund der Generalstabskarte 1 : 25000 aufgestellten approximativen Berechnung circa 1200 *ha*. Die Wasserstände unter 2 *m* berühren nur mehr ein verhältnismässig beschränktes Territorium, sie zeigen

Graficon der Wasserstände

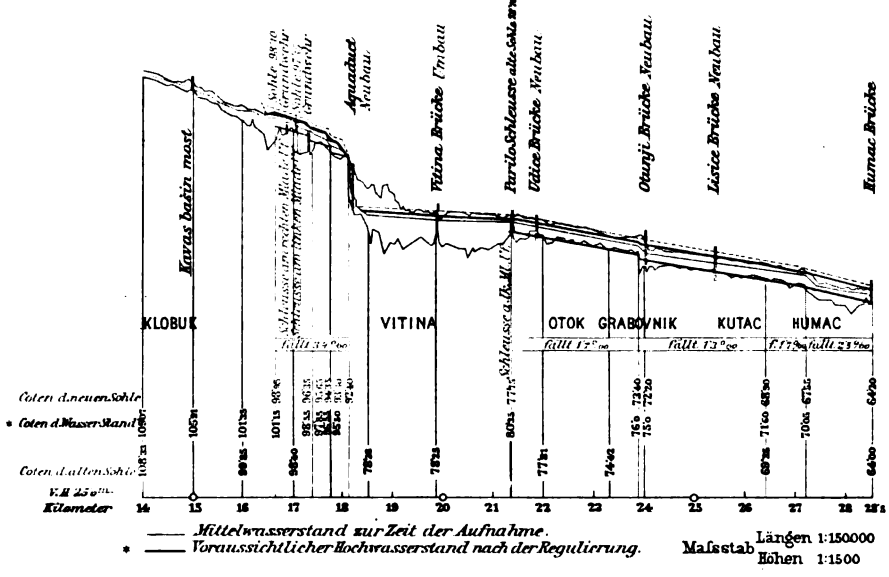
im Jmoski polje, Tihaljina und Madefluss und der Niederschlagsmengen.



UEBERSICHTS-SITUATION
des Meliorationsgebietes in der Mladeebene und im Rastok.



UEBERSICHTS - LAENGENPROFIL
der Mlade-Regulierung.



Geograph. Anstalt v. H. Wagner & E. Debes in Leipzig.

die Fluctuation des Spiegels einer über der tiefsten Einsackung bei Drinovce gebildeten constant vorhandenen Wasserfläche, den Nuge-See, an.

2·5 *km* südlich des Ponors von Šajnovce, genau in der Richtung einer ausgesprochenen Thalsenkung, deren Sohle nur um Weniges über die Inundationshöhe des Imoskipolje sich erhebt, tritt, circa 90 *m* tiefer als der Poljerand bei Šajnovce, eine mächtige Karstquelle unterhalb einer Felswand (Pećina) (Taf. XIV, Fig. 1) zutage, welche sofort den Fluss Tihaljina speist. Es ist schon nach der topographischen Lage kein Zweifel, dass diese vorgenannte Quelle die im Ponor von Šajnovce verschwindenden Wassermengen zutage fördert. Versuche, auf mechanischem Wege hiefür den Beweis zu erbringen, und zwar durch Versenken von grossen Quantitäten Sägespänen in den Ponor, durch Färben der in denselben eindringenden Wassermengen mit Anilin, haben zu keinem Resultate geführt. Wohl aber lässt der Vergleich der seit einer Reihe von Jahren genau durchgeführten Pegelbeobachtungen der Wasserstände im Imoskipolje mit jenen der Tihaljina, beziehungsweise deren Fortsetzung, dem Mlade, den Zusammenhang beider mit aller Sicherheit erkennen. Jedem Anwachsen der Pegelcurve im Polje entspricht ein solches auch im Flusslaufe. Noch deutlicher wie die Curve des Pegels bei Kavasbašinmost, wo die Schwankungen wegen des starken Flussgefälles noch nicht so markant hervortreten, zeigen dies die in der flacher geneigten Strecke aufgestellten Pegel bei der Vitina- und Humac-Brücke. Das gegen die Curve des Imoskipolje vorzeitige Abfallen der Hochwässer im Flusslaufe erklärt sich hinreichend durch die gegenwärtige Verschlemmung der Ponore, kann aber auch, wie im Livanjskopolje beobachtet, mit der Abnahme der Absorptionsfähigkeit der Ponore nach dem Erreichen des höchsten Wasserstandes zusammenhängen.

Die Tihaljina ist bis auf 16·5 *km* abwärts der Quelle im Karstterrain tief eingeschnitten und erhält noch durch zahlreiche andere Karstquellen, deren Ursprung wohl ebenfalls im Imoskipolje zu suchen ist, weitere Verstärkung. Bei Klobuk weitet sich allmählich das Thal zu einer 2—2·5 *km* breiten, 10 *km* langen Ebene aus; der Fluss nimmt nach Passirung eines 1·6 *km* unterhalb Klobuk liegenden 7 *m* hohen Kataraktes bis zur Strasse Ljubuški—Vrhgorac den Namen Mlade an, von da ab bis zu seiner Einmündung in die Narenta bei Struge den Namen Trebižat. Die Mlade-Ebene, in durchschnittlich 77 *m* Meereshöhe gelegen, ist als zweite Thalstufe zu betrachten; als dritte reiht sich ein mit ihr oberirdisch in Verbindung stehendes, gegen West zu gelegenes Becken, der Rastok, in durchschnittlich 60 *m* Meereshöhe an.

Sofort nach dem Verlassen des Defilés theilt sich der Fluss in zahlreiche Arme und verliert sein eigentliches Flussbett (Taf. IX). Die hier zum Schutze gegen die Hochwässer errichteten Dämme sind nach ihrer Anlage und ihrem Bauzustande ganz unzureichend, sie werden von den Hochwässern theils überflutet, theils durchbrochen. Ein Theil des Wassers fliesst über den Raznik in den Rastok, die grössere Menge strömt durch den Unterwerksgraben der Artuković- und Vukojevićmühle wieder dem Hauptflusse zu und vereinigt sich mit demselben unterhalb des vorerwähnten Kataraktes. Von diesen bis nahe der Vitinabrücke findet der Fluss ein tiefer eingeschnittenes Bett.

Obgleich sich letzteres bereits vor der Brücke erheblich verflacht, ist doch bis zum verkarsteten Hügel, auf welchem die Ortschaft Otok steht, ein genügendes Durchflussprofil mit zum grossen Theile gut erhaltenen Dämmen vorhanden, welch' letztere nur an einigen schadhaften Stellen vom Hochwasser überspült werden. Unterhalb Otok jedoch ist das Flussgerinne nicht mehr ausreichend und wird durch Stau-Hindernisse, wie Brücken (Taf. XIV, Fig. 2), Tuffbarren und Mühlengerinne noch verengt. Die Dämme sind in einem derart verwahrlosten Zustande, dass sie dem Wasserdruck keinen

hinreichenden Widerstand entgegensetzen können. Insoweit hieran nicht schon ihre ungenügende Dimensionirung und Höhenlage Schuld trägt, vermehrt sich das Übel noch durch deren in der heissen Jahreszeit allenthalben von den Anrainern behufs Bewässerung der Felder vorgenommene Durchstechung, welche Ausleitungen später nur ungenügend abgedichtet werden können. Speciell die Strecke von der Udice bis zur Otunjebrücke gibt bedeutende Hochwassermengen an die Mladeebene ab.

Der am westlichen Rande der Ebene hinziehende Fluss hat allmählich sein Bett über deren Niveau erhöht und diese selbst eine vom Flusse abdachende Neigung erhalten. Die austretenden Wassermengen überschwemmen daher nahezu die ganze Ebene, finden jedoch in einzelnen alten Entwässerungsgräben und durch den Vriošticabach wieder ihren Abzug, so dass wohl eine Versumpfung verhindert wird, nicht aber die im Frühjahre bei späterem Eintritte der Überschwemmungen nachtheiligen Folgen der letzteren für den Anbau und die Bedrohung der Ernte durch die Herbstinundationen.

An den aus den eben angeführten Ursachen entstehenden Überflutungen participirt auch das rechts des Mlade gelegene Kesselbecken, der Rastok. Dieser empfängt bei Hochwasser noch weitere Wassermengen, und zwar führt eine zum Betriebe der Omerbeg Kapetanović-Mühle bei Orovlje künstlich hergestellte Ausleitung aus dem Mlade, der Parilo-Canal, wegen gänzlichen Verfalles der Einlass-Schleuse circa 6 m^3 per Secunde zu. Es gelangen die Überwässer des nördlicher gelegenen Banjathales durch die Zastavablača in das Becken, und endlich vermehren die an dessen nordwestlichem Rande auftretenden periodischen Quellen in beträchtlicher Weise den Zufluss. Diesen ist in der Regenzeit die Leistungsfähigkeit der Abflussponore nicht gewachsen, es entstehen auch hier Überschwemmungen, die in den tieferen, bereits in Dalmatien befindlichen Theilen eine Höhe bis zu 5 m erreichen, im ganzen eine Fläche von 1600 ha bedecken und mitunter bis in den Monat Juni währen.

Als letzte Stufe im Flussgebiete des Mlade ist einerseits dessen Unterlauf, die Trebižat, und sind andererseits die Kesselthäler Jezerac und Jezero anzusehen. Das Trebižatthal verengt sich gleich unterhalb der Strasse Ljubuški—Vrhgorac und weitet sich erst vor seiner Einmündung in die Narenta. Auch dieses bleibt bei höheren Wasserständen vor den Nachtheilen der Überflutungen nicht bewahrt, umsomehr als natürliche und künstliche Stauhindernisse den regelmässigen und raschen Wasserabfluss vielfach hindern. Allein die Schäden stehen wegen der Enge des Thales in keinem Vergleiche zu jenen des Mladegebietes und werden durch partielle kleinere Bauwerke verhindert werden können.

Die in den Ponoren des Rastok verschwindenden Wässer dürften, nach der aus den Pegelbeobachtungen sich ergebenden Übereinstimmung der Flutcurven zu schliessen, in den tiefer liegenden Horizonten der Kesselthäler Jezero und Jezerac zutage treten, aus welchen sie, ebenfalls auf unterirdischem Wege, zum Meere gelangen.

Da das für die Regulirung des Mlade aufgestellte Project die Abhaltung der Hochwässer dieses Flusses von dem Eintritte in den Rastok bezweckt, werden auch diese beiden Becken, von welchen der Jezero ganz, der Jezerac zum Theile auf dalmatinischem Gebiete liegt, wenigstens theilweise entlastet werden.

Schon die räumliche Ausdehnung und die Dauer der Überschwemmungen lassen erkennen, dass dieselben für die betroffenen Gebiete von schweren wirtschaftlichen Nachtheilen begleitet sein müssen. Wer diese Gegenden zur Zeit der Inundation gesehen hat und dabei die grosse Fruchtbarkeit des Bodens kennt und die Stimmen der fleissigen und intelligenten Bevölkerung anhört, deren Wohl und Wehe vom Ertrage des inundirten Terrains abhängt, gewinnt die Überzeugung, dass es sich hier um eine

Frage von grösster ökonomischer Bedeutung für die Bewohner dieser Gegend ebensowohl als für das staatliche Interesse handelt. Wir wollen versuchen, wenigstens annähernd durch Zahlenwerte den Nutzen einer Regulirung des gegenwärtig bestehenden schädlichen Wasserregimes darzustellen, und müssen zu diesem Zwecke den Agriculturverhältnissen einige Worte widmen.

Das Becken von Imoski, die Mladeebene und der Rastok dienen fast ausschliesslich dem Ackerbau. Der Boden ist von vorzüglichster Qualität, er vermöchte bei guter Bearbeitung und entsprechender Bewässerung die höchsten Erträgnisse abzuwerfen. Auf diese ist die Bevölkerung der umgebenden Ortschaften fast ausschliesslich angewiesen, denn mit Ausnahme kleinerer, im Karstgebirge liegender Parcellen, die zum Tabakbaue benützt werden, besitzt dieselbe keine anderen urbaren Gründe. Viehzucht kann nur in geringem Maße betrieben werden, es fehlen die Wiesen und für den Sommerunterhalt der Thiere die Weiden. Den hieraus resultirenden Mangel an Dünger ersetzen die Überschwemmungen, deren schlickreicher Niederschlag dem Boden jedes Jahr erneuert Nährstoffe zuführt und es ermöglicht, dass ohne jede weitere Verbesserung Jahr für Jahr auf demselben Acker geerntet werden kann. Insoferne daher nicht eine intensive Bearbeitung der Felder und die Zufuhr künstlicher Düngungsmittel an Stelle des gegenwärtigen primitiven Wirtschaftssystems — mit nur einmaliger Ernte im Jahre — treten kann, dienen die Überschwemmungen den betreffenden Gebieten zum Vortheile und ist nur deren Verlauf derart zu reguliren, dass Anbau und Ernte nicht geschädigt werden.

Dies ist hauptsächlich im Imoskipolje der Fall, weshalb dort in den tieferen Lagen nur schneller reifende, minder ertragsfähige Maissorten gebaut, in Jahren mit späterem Verlaufe der Inundation statt des Mais nur Moorhirse gesäet werden kann. Trotzdem geht in der den Ponoren bei Drinovce näher gelegenen Fläche von circa 600 *ha* durchschnittlich jedes fünfte Jahr eine Ernte ganz verloren. Diese Verhältnisse tragen wesentlich zu der in der angefügten Tabelle ersichtlichen, gegen das Mladegebiet bedeutend geringeren Productionsfähigkeit des Imoskipolje bei.

Nach einer auf Grund der factischen Erträgnisse angestellten Berechnung kann der aus den gegenwärtigen Inundationsverhältnissen resultirende Ausfall für das ganze Becken mit 40.000—50.000 fl. per Jahr angenommen werden. Hiebei ist auf die bei gänzlicher Beseitigung der Überschwemmungen vorhandene Möglichkeit der Einführung einer doppelten Bewirtschaftung der Felder keine Rücksicht genommen, da — wenigstens auf hercegovinischem Gebiete in absehbarer Zeit — die anderweitigen Vorbedingungen hiezu fehlen und auch die Irrigation der Felder schwer möglich wäre. (Siehe Tabelle auf Seite 72.)

In der Mlade-Ebene verhindert allerdings das bis an die Narenta sich fortsetzende offene Gerinne des Flusses eine derartige Anstauung der Wassermengen, wie selbe im Imoskipolje stattfindet; allein die im Frühjahre verspätet eintretenden und die im Herbste vorzeitig kommenden Überflutungen bereiten trotzdem den Saaten grossen Schaden. In erhöhtem Maße ist dies im Rastok der Fall, dessen tieferer Theil mangels eines offenen Abzugscanales mitunter bis anfangs Juni unter Wasser bleibt.

Es tritt in beiden letztgenannten Gebieten aber ein weiterer Umstand hinzu, der den Wert der Melioration noch ganz bedeutend erhöht — die Möglichkeit der Einführung der Sommerbewässerung.

Die bereits in der Einleitung gegebene Schilderung der abnormen Trockenheit des Sommers in den tieferen Lagen der Hercegovina findet ihre volle Anwendung auf die Mlade-Ebene und den Rastok. Die Folgen derselben sind um so bedauerlicher, als

Tabelle der Zehenterträgnisse

aus den Jahren 1887 bis 1894.

Jahr		1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894
Imoskipolje									
Mais	Oka	37.316	17.967	24.257	42.005	63.297	86.458	99.988	60.551
Weissfrucht	Oka	26.992	12.799	23.768	35.365	37.675	31.509	38.658	30.652
Hirse	Oka	15.629	33.547	30.817	24.258	18.948	42.591	22.296	15.424
Heu	Oka	23.656	22.879	34.398	37.707	32.085	33.293	33.665	32.699
Wert des Zehents	Gulden	7.728	5.940	7.670	9.974	11.529	14.743	15.129	10.338
Wert der Gesammtproduction	Gulden	77.280	59.400	76.700	99.740	115.290	147.430	151.290	103.380
Mlade-Ebene und hercegovinischer Theil des Rastok									
Mais	Oka	124.812	135.575	129.765	120.478	137.979	148.618	181.832	130.702
Weissfrucht	Oka	24.511	11.865	23.550	22.193	18.446	32.295	22.854	20.311
Hirse	Oka	15.843	32.592	18.845	16.287	25.515	25.634	19.768	9.000
Wert des Zehents	Gulden	14.560	15.494	15.123	13.983	15.831	18.156	19.678	14.142
Wert der Gesammtproduction	Gulden	145.600	154.940	151.230	139.830	158.310	181.560	196.780	141.420

Anmerkung. Die Angaben umfassen:

Im Imoskipolje: Das Erträgnis der das Hauptüberschwemmungsgebiet bedeckenden Gemeinden Drinovci, Gorica und Sovići mit 3200 *ha* Ackerland.

Im Mladegebiet: Das Erträgnis sämmtlicher in der Mlade-Ebene und im hercegovinischen Theil des Rastok gelegenen Gemeinden, und zwar Otok, Grab, Grabovnik, Vitina, Veljači, Humac (Kutac), Radišić, Proboj, Prolog, Beriš mit circa 3000 *ha* Ackerland.

Von diesen Gemeinden liegen zwar einzelne, im ganzen aber nicht sehr beträchtliche Theile ausserhalb der beiden Polje, in den dieselben einschliessenden Lehnen des Karstterrains. In letzterem ist jedoch die urbare Fläche sehr klein, wird zumeist mit Tabak, Wein, Kartoffeln, Kraut etc. bebaut, welche Producte daher in die Tabelle auch nicht aufgenommen wurden.

Das Haupterträgnis ist in Oka = 1·25 *kg* angegeben. — Der Wertberechnung ist der ortsübliche Marktpreis zugrunde gelegt, und zwar per Metercentner für Mais 7 fl., Weissfrucht (hauptsächlich Weizen) 8 fl., Hirse 6 fl., Heu 2 fl. — Die als Wert der Gesammtproduction angegebenen Beträge stellen den Bruttoertrag dar.

der Mangel an sommerlicher Feuchte das einzige fehlende Glied in der Kette jener Vorbedingungen ist, die die Vegetation zu ihrer höchsten Entfaltung zu bringen vermöchten. Gegenwärtig schon wird mit Benützung der Reste alter vorhandener Bewässerungsgräben, wenn auch nur ganz primitiv und, wie wir schon gesehen haben, auf Kosten der Haltbarkeit der Inundationsdämme wenigstens einem Theile der Ebene Wasser zugeführt, allerdings in ungenügender und irrationeller Weise.

In diesen Gebieten würde die Beseitigung der Überschwemmungen und die Einführung einer durchgreifenden Sommerbewässerung den Anstoss zu einer intensiven Ackercultur geben, an welche das Volk durch den Tabakbau bereits gewöhnt und durch den hohen Wert von Grund und Boden angewiesen ist. In letzterer Beziehung möge

erwähnt werden, dass es in ganz Bosnien und der Hercegovina keinen Fleck Erde gibt, welcher so klein und intensiv parcellirt ist, wie die Mladeebene. Die meist langgestreckten Parcellen haben im Durchschnitte nur eine Breite von 5—15 *m*, ihre Situirung ist dem Netze der alten Bewässerungsgräben angepasst und wahrscheinlich darnach eingetheilt worden. Die wegen der Überschwemmungen gegenwärtig noch nothgedrungen bestehende einmalige Bestellung der Felder im Jahre würde ohne Zweifel dem intensiven Wirtschaftsbetriebe mit doppelter Ernte weichen, und wenn man den Nutzen der Melioration vollständig berechnen wollte, müsste auch hierauf Rücksicht genommen werden.

Die Zehenttabelle gibt Anhaltspunkte, um für das Mladethal und den hercegovinischen Theil des Rastok den Effect der Sommerbewässerung und der Verhütung der Überschwemmungen etwas genauer zu beurtheilen.

Nach der Tabelle beträgt das Durchschnitts-Bruttoerträgnis der im hercegovinischen Theile des Mladegebietes gelegenen Ländereien per *ha* 53 fl. Gebaut wurde überwiegend Mais mit einer durchschnittlichen Ernte von 7 *q* per *ha*. Auf gut bewässerten und gedüngten Feldern erhebt sich dieselbe allerdings auch dermalen schon auf 15—20 *q*.

Laut den statistischen Mittheilungen aus Ungarn über: „Die landwirtschaftliche Production der Länder der ungarischen Krone in den Jahren 1891 und 1892" (Seite 64) ergab die Maisernte pro *ha*:

im Jahre 1891

im Maximum . . .	40·3 *hl*	à	73·7 *kg*	=	29·7 *q*
„ Minimum . . .	10·4 „	„	73·7 „	=	7·7 „

im Mittel 18·7 *q*

im Jahre 1892

im Maximum . . .	26·8 *hl*	à	73·6 *kg*	=	19·7 *q*
„ Minimum . . .	11·1 „	„	73·6 „	=	8·2 „

im Mittel 14·0 *q*.

Wir entnehmen der genannten Quelle weiters, dass die Maisernte des Jahres 1891 seit 24 Jahren die günstigste, und im Jahre 1892 der Ertrag besser als ein mittelmässiger war. Die Minimalerträge stammen vom rechten Theissufer,*) welch letztere Gegend sowohl bei misslicher als günstiger Ernte stets hinter den übrigen Landestheilen zurückbleibt, nicht nur weil das Klima und der Boden dem Gedeihen des Maises weniger entsprechen, sondern weil auch die Bearbeitung des letzteren die allerprimitivste ist.

Wenn für unsere Berechnung das Mittel zwischen Maximum und Minimum der ungarischen Ernte vom Jahre 1892 mit 14 *q* pro *ha* angenommen wird, was anbetrachts der Sommerbewässerung wohl nicht als optimistisch bezeichnet werden kann, so ergibt sich für die meliorirten Flächen ein Mehrertrag von 7 *q* pro *ha* und zum ortsüblichen Preise mit 7 fl. gerechnet, für den Meliorationsrayon von 3000 *ha* der Betrag von 147.000 fl. Bei Einbeziehung der Ertragszunahme im Becken von Imoski mit 50.000 fl. resultiren als Gesammtsteigerung des Bruttoerträgnisses rund 200.000 fl.

Die aufgestellte Berechnung kann selbstverständlich nur ein annäherndes Bild der Rentabilität des geplanten Meliorationsunternehmens geben, ist aber sicher noch geringer als der factische Erfolg. In dieselbe ist nicht der mit der Einführung der doppelten Bewirtschaftung bei Winter- und darauffolgendem Sommeranbau noch mehr erhöhte

*) Comitate: Abauj-Torna, Bereg, Borsod, Gömör, Sáros, Szepes, Ung und Zemplén.

Ertrag inbegriffen, es ist auch nicht dem Umstande Rechnung getragen, dass im Becken von Imoski, allerdings nur auf einem beschränkteren, aber immerhin sehr beträchtlichen, zumeist in Dalmatien gelegenen Theile, die Winterüberschwemmungen beseitigt werden dürften. Trotzdem spricht schon der mit obigen Einschränkungen ermittelte Wert eindringlich genug für die Nothwendigkeit der Sanirung der Verhältnisse.

Es ist documentarisch nachgewiesen, dass die Excesse des Wasserregimes, welche nunmehr unbedingt die Ergreifung von Gegenmassregeln fordern, in früherer Zeit zum mindesten nicht im gegenwärtigen Umfange bestanden. Nach alten Schriftstücken aus den Jahren 1657 und 1659 waren die Ponore im Imoskipolje zu Anfang des XVII. Jahrhunderts noch offen und wurden beim Vordringen der Türken von der Bevölkerung verbaut, um die Ebene unter Wasser zu setzen und dem gefürchteten Feinde die Niederlassung zu erschweren. Eines derselben lautet in Übersetzung:

Zagozd, 18. August 1659.

„Ich Mato Mlikota habe, Gott sei gepriesen, hier auf Erden 98 neunzigacht Jahre gelebt, heute sehe ich, dass ich bald sterben und meine Seele Gott, meinen Leib der Erde wiedergeben muss. Es ist meine Pflicht, bevor ich sterbe, dem Gebote Gottes gemäss ein Bekenntnis abzulegen, was ich hiemit nachfolgend in meinem Testament thue, zum grossen Gewinn des ganzen Volkes, und erwarte ich, dass dieser grosse Gewinn nicht in Vergessenheit gerathe. Es verhält sich wie folgt:

„Ich bekenne, dass ich von meinen Eltern zu den Fratres des Ordens des heiligen Franciscus ins Kloster nach Proložac geschickt wurde. Als die Fratres sahen, dass die Türken anrücken, um vom Polje von Imoski und dem Kloster Besitz zu ergreifen, thaten sie wie folgt: In der Nähe des Klosters ist ein See, nördlich am Fusse des Berges; aus diesem See floss das Wasser durch einen steilen Graben in einen Ponor unterhalb Lokvičice; der Ponor liegt unterhalb des Weges, der vom Polje nach Lokvičice führt und 50 Schritte vom Fusse des Berges. Ich bekenne, dass ich auf Geheiss der Fratres mit noch anderen Leuten Balken zugetragen habe, welche wir über den Ponor zusammenfügten; auf die Balken legten wir Bretter, Hirsestroh und dann Erde. Dies versichere ich und vermache meinen Nachkommen, damit sie dies mein Testament verwahren und vererben von Geschlecht zu Geschlecht, und wenn die Türken einmal das Polje verlassen, dass sie dasselbe veröffentlichen, damit gemäss dieser Urkunde wieder der Ponor aufgemacht werde. Als wir den Ponor verbaut hatten, flohen wir ins Franziskanerkloster nach Almissa.

„Im unteren Felde verbauten andere Christenbrüder sechs Ponors, und zwar: die Pećina, Bučalo, Cambin, Perica, Vidrinka, Bili greb und Radova. Diese verbauten die Fratres und die übrigen Christen, damit, wenn die Türken kommen, sie das Polje nicht bestellen und keine Häuser bauen können.

„Vorstehendes habe ich Mate Mlikota eigenhändig niedergeschrieben."

Ein zweites Document enthält die von einem gewissen Jure Opačak dem Franziskanerpfarrer Ivan Franić aus Vrhgorac gemachte Beschreibung über die Lage der verschütteten Ponore.

In der Mlade-Ebene finden sich die schon erwähnten Reste kunstvoll angelegter Bewässerungs- und Entwässerungscanäle, und zur Verhütung der Überschwemmung des Rastok wurde zwischen der österreichischen und der ottomanischen Regierung im Jahre 1837 eine Convention abgeschlossen, nach welcher nebst anderen kleineren Sicherungsarbeiten das Bett des Mladeflusses von Udice bis zur Humacbrücke regulirt und mit Hochwasserdämmen versehen werden musste. Diese Arbeiten kamen thatsächlich zur

Ausführung, sie sind allmählich in den gegenwärtigen verwahrlosten Zustand verfallen und entsprechen ihrem Zwecke nicht mehr.

Seither bildet die Sanirung der Wasserverhältnisse ein stetes, immer dringlicher vorgebrachtes Petitum sowohl der in Dalmatien, als der in der Hercegovina ansässigen Interessenten, und es haben die beiderseitigen Regierungen der gemeinsam zu lösenden Frage ihre volle Aufmerksamkeit zugewendet. In erster Linie musste aber wegen des Zusammenhanges der hydrographischen Verhältnisse des Imoskipolje mit dem Mladethale, Klarheit über diese gegenseitigen Beziehungen erlangt werden, und ist selbe nunmehr durch die vergleichenden fünfjährigen Pegelbeobachtungen erbracht worden.

Nachdem die auch auf den dalmatinischen Theil rückwirkenden wichtigsten Meliorationsmassnahmen auf hercegovinischem Boden auszuführen sein werden, hat die bosn.-herceg. Landesverwaltung die Verfassung des Projectes veranlasst, wobei folgende Erwägungen massgebend waren:

Insoweit es sich um die Verbesserung der Verhältnisse im Becken von Imoski handelt, können, wie für alle ähnlichen Sanirungen, nur zwei Wege in Betracht kommen: die möglichste Zurückhaltung des Wassers vor seinem Eintritte in das Thalbecken und die Verbesserung der Vorflut, beziehungsweise die Beförderung des Abflusses der sich ansammelnden Wassermengen.

In ersterer Beziehung würde allerdings die Bewaldung des Niederschlagsgebietes und die Erbauung von Reservoiren zur Aufspeicherung des Wassers in den höher gelegenen Thälern nur von wohlthätigen Folgen begleitet sein, und muss in diesem Sinne schon dem natürlichen Reservoir des Jezero-Blato unter der Voraussetzung ein Werth beigemessen werden, dass derselbe thatsächlich unterirdische Abflüsse besitzt, welche wenigstens theilweise dessen Entleerung ermöglichen. Wenn jedoch die grossen alljährlich im Becken von Imoski sich ansammelnden Wassermengen in Betracht gezogen werden, so ist es zweifellos, dass mit diesen Mitteln der angestrebte Zweck nur in sehr unvollkommener Weise zu erreichen wäre und das Hauptgewicht auf die Beförderung des Wasserabzuges gelegt werden muss.

Diese ist voraussichtlich durch die Reinigung und Aufschliessung der Hauptponore bei Šajnovce und Drinovce zu erreichen, und wenn nicht, so ist durch die Herstellung eines circa 2 *km* langen Stollens oder Durchstiches vom Ponor bei Šajnovce bis zum Tihaljina-Ursprung die Sanirung der Wasserverhältnisse in Imoskipolje nicht zu theuer erkauft. Eine derartige Ableitung um jeden Preis widerspricht jedoch dem Interesse der tiefer liegenden Thalstufen, in erster Linie der Mladeebene und des Rastokgebietes. Diese sind schon bei dem heutigen unvollkommenen Abflusse überlastet, für sie bildet daher das Imoskipolje ein wertvolles Retentionsreservoir. Beiden Interessen kann durch die mit Schleusenwerken zu bewirkende Regulirung des Wasserabzuges aus dem Imoskipolje Rechnung getragen und letzteres jedenfalls zum mindesten von den, dem Sommeranbau gefährlichen, verspäteten Frühjahrs- und den frühzeitigen Herbstüberflutungen, in den höher gelegenen Partien möglicherweise auch von den Winterüberschwemmungen, befreit werden. Das vorangegebene Ziel ist ohne Überschreitung der derzeitigen absoluten höchsten Wasserstände im Flusse, durch Verlängerung der Dauer derselben zu erreichen. Nach einer aufgestellten annähernden Berechnung kann die im Imoskipolje bei einer Pegelhöhe von 4 *m* aufgespeicherte Wassermenge durch Verlängerung der Hochflutwelle im Mladefluss in zwei bis drei Tagen entfernt sein.

Aber selbst die nur bedingte Vermehrung der Hochwässer erfordert vor allem die Regulirung des Mladeflusses und seiner Nebenbäche. Diese, sowie das Hauptgrabennetz für die Bewässerung der Mladeebene und des hercegovinischen Theiles des

Rastok bilden den Gegenstand des nunmehr zu beschreibenden Projectes. Das Detailstudium der im Becken von Imoski vorzunehmenden Arbeiten ist einem späteren Zeitpunkte, und der auf dalmatinischem Gebiete eventuell noch nöthigen Ergänzungen den dortigen Verwaltungsbehörden vorbehalten.

Die Regulirung des Mlade bedingt die mehr oder minder vollständige Herstellung eines neuen Flussprofiles in den beiden von einander getrennten Strecken von Klobuk bis zur Vukojević-Mühle in der Länge von 1·44 *km* und von der Abzweigung des Parilo-Canales bis zur Humacbrücke in der Länge von 7·13 *km*. Mit Rücksicht auf die durch Messungen ermittelte dermalige Maximalmenge von 186 m^3 per Secunde des im Mladeflusse abgeführten Hochwassers wurde das neue Hochwasserprofil für eine Abfuhr von 195—205 m^3 per Secunde, letztere für die Strecke abwärts der Mündung des Vriosticabaches, berechnet.

Anbetrachts der bedeutenden Schwankungen der Wassermengen, welche bei gewöhnlichem Mittelwasser auf 40 m^3 per Secunde, bei Niederwasser auf 10 m^3 per Secunde herabsinken, erschien die Wahl eines Doppelprofiles zweckmässig. Dasselbe besteht aus der eigentlichen, in der Sohle 25 *m* breiten Flussrinne und dem von Dämmen abgegrenzten Hochwasserprofil. Die Dämme laufen in der Richtung durchwegs den Ufern, in der Höhe dem Hochwasserspiegel parallel, besitzen auf der Landseite $1^1/_2$-, auf der Wasserseite 2füssige Böschung und eine Kronenbreite von 2·5 *m*, so dass selbe auch als Fuss- und Reitweg benützt werden können. Sie erheben sich um 0·6 *m* über das der Rechnung zugrunde gelegte Hochwasser und sind stark und hoch genug dimensionirt, um bei besonderen Elementarereignissen noch weitere 50 m^3 per Secunde ableiten zu können.

Die gegenwärtig das Flussbett so sehr verengenden und bedeutenden Rückstau verursachenden alten, gewölbten und bereits baufälligen Brücken bei Udice, Otunje und Lisice sind zur Demolirung bestimmt und werden durch Objecte mit grösseren Spannweiten ersetzt. Die Pfeiler der Vitinabrücke bleiben bestehen, werden erhöht und mit einer Eisenconstruction versehen. Weiters ist noch die Entfernung der gegenwärtig in das Flussbett eingebauten, ebenfalls stauend wirkenden Wasserzuleitungen zweier Mühlen geplant.

Die vorbezeichneten Arbeiten verhindern auch die Überflutungen des Rastok durch die Mlade-Hochwässer. Einer künstlichen Abhaltung vor dem Eintritte in den Rastok bedürfen noch die Hochwässer des Banjabaches, welche bei höherem Ansteigen durch die Zastava-blača westlich an Veljači vorbei, den Raznik passirend, dem genannten Becken zufliessen. Ein den Eingang in das Blačathal absperrender Damm von 40 *m* Länge und circa 2 *m* Höhe wird diesen Zufluss verhindern.

Im südöstlichen Theile der Ebene fliesst dem Mlade die Vriostica zu. Dieser aus einer beim Dorfe Vitina entspringenden, mächtigen und ziemlich constant bleibenden Karstquelle gespeiste Bach nimmt unterwegs noch den nur zur Regenzeit Wasser führenden, im Sommer aber austrocknenden Probojbach auf. Die Hochwassermenge der Vriostica beträgt 15 m^3 per Secunde, wovon 5 m^3 per Secunde dem Probojbache entstammen. Letzterer verliert mit dem Eintritte in die Mladeebene allmählich sein Bett und läuft schliesslich im Terrain aus, dasselbe unter Wasser setzend. Das in der Ebene seichte, mit geringem Gefälle versehene, durch Schlamm und eine üppige Vegetation von Wasserpflanzen in seiner Abfuhr noch mehr beschränkte Bett der Vriostica bedarf einer beträchtlichen Tieferlegung der Sohle, umsomehr, da selbes besonders geeignet ist, als Hauptentwässerung für die umliegenden Gebiete zu dienen. Es wurde demnach für den ganzen die Ebene durchquerenden Theil des Baches in der Länge

von 4·5 *km* die Aushebung einer Cunette von 1·0—1·2 *m* Tiefe mit 3—4 *m* Sohlenbreite projectirt, in welche der Probojbach mittelst eines 720 *m* langen, für die Abfuhr von 5 m^3 per Secunde berechneten Durchstiches einmündet. Ein Theil des Hochwassers des eben genannten Baches kann jedoch auch mittelst eines Wehres und einer Schleuse dem Bewässerungsgraben Prokop und durch diesen dem ziemlich kräftig saugenden Ponor beim Dorfe Kutac zugeführt werden.

Nebst den vorangeführten, die Regelung des Mlade und seiner Nebenbäche bezweckenden Arbeiten bilden noch die Bewässerungsanlagen einen wichtigen Theil des Projectes. Diese betreffen die Herstellung der Hauptbewässerungs- und Entwässerungscanäle, sowie der dazu gehörenden Objecte, Schleusen, Wehren etc. Die Durchführung der Detailbewässerungsanlage wird unter staatlicher Aufsicht den Interessenten überlassen bleiben.

Die zu bewässernde Fläche misst im hercegovinischen Theile circa 2200, im dalmatinischen 800, zusammen circa 3000 *ha* = 5200 österr. Jochen, wovon 2800 *ha* auf den Mlade, 200 *ha* auf die Vrioštica angewiesen sind. Mit Rücksicht auf die hohe Sommertemperatur und auf die Wasserverluste wurde eine continuirliche Zufuhr von 1·5 Secundenliter per *ha* angenommen, woraus für die Bewässerung ein Gesammtbedarf von 4·5 m^3 per Secunde resultirt, von welchem 4·2 m^3 per Secunde dem Mlade und 0·3 m^3 per Secunde der Vrioštica zufallen. Beide Recipienten vermögen auch bei kleinsten Wasserständen diese Quantitäten sowie die noch weiters für den Mühlenbetrieb erforderlichen circa 2·0 m^3 per Secunde ohne Beeinträchtigung der untersten Flussstrecke abzugeben, da die Kleinwässer des Mlade 10·0, jene der Vrioštica 3·5 m^3 per Secunde betragen.

Die Bewässerungscanäle sind im Terrain derart geführt, dass sie die zu meliorirenden Flächen durch Gravitation beherrschen, und wurden hiebei die bereits vorhandenen alten Bewässerungsgräben nach Thunlichkeit benützt. Bei der Anlage war auch der Zuführung des Betriebswassers für die bestehenden Mühlen Rechnung zu tragen, nachdem die dermaligen Zuleitungen theils ganz beseitigt, theils reconstruirt werden mussten. Je nach Erfordernis sind die Canalprofile in das Terrain eingeschnitten, oder aufgedämmt. Von der Ausleitung beim Parilo-Canal abgesehen, findet die Wasserentnahme nur an zwei Stellen unterhalb Klobuk statt. Allerdings würde durch Annahme weiterer Abzweigungen die Länge einzelner Canäle verkürzt und selbe in den Querschnittsdimensionen kleiner geworden sein. Allein abgesehen von der hiedurch bedingten Vermehrung der Dammschleusen, welche stets schwache Punkte in der Eindeichung bilden, schien es auch mit Rücksicht auf die Hochwasserverhältnisse wünschenswert, die Anlage von Stauwehren im Flusse thunlichst zu vermeiden.

Die bedeutendste Ausleitung befindet sich am linken Flussufer bei Klobuk an der Einmündung des Grabovo vrelo. Eine dort im Flussbette befindliche Tuffbarre vermag bei geringer Nachhilfe die Stelle des Wehres zu vertreten und ist nur die Herstellung der Einlass-Schleuse nöthig. Der Canal theilt sich in mehrere Äste. Einer derselben führt entlang der Strasse Ljubuški—Imoski am Ostrande der Ebene bis gegen Vitina. Nebst einem gegen die Ortschaft Otok entsendeten Seitenaste bewässert er eine Fläche von 472 *ha*. 600 *m* unterhalb der Einlass-Schleuse zweigt der Oberwerksgraben zweier Mühlen ab, welche mit 0·742 m^3 per Secunde dotirt sind, und deren Abfallwasser wieder in der Nähe der Vitinabrücke in den Mlade zurückgelangt.

80 *m* unter der Einlass-Schleuse verlässt ein zweiter Hauptstrang die gemeinsam mit dem vorbeschriebenen Canale benützte Ausleitung. Mit Einbeziehung bereits vorhandener alter Gräben führt das Gerinne zum Mlade, übersetzt denselben mittelst eines

Aquäductes und zieht sodann am rechten Flussufer, den Parilo-Canal ebenfalls auf einem Aquäducte überquerend, bis unterhalb der Kozažica-Mühle, dort in einen Seitenarm des Flusses einmündend. Die von diesem Zubringer bewässerte Fläche umfasst 490 *ha*. Einzelne Theile derselben enthalten die Reste von seit altersher bestehenden Vertheilungsgräben, welche nunmehr wieder in geregelte Function treten können. Ausserdem wird hiedurch der gegenwärtig im Fluss eingebaute, eine bedeutende Anstauung hervorrufende Oberwerkscanal der Kozažica-Mühle beseitigt.

Der gegenwärtig schon bestehende, von der Vriostica gespeiste, am Ostrande des Polje sich hinziehende und ein Territorium von 202 *ha* beherrschende alte Bewässerungsgraben Prokop bedarf in einer Strecke von 4·13 *km* der Regulirung und Vertiefung, welche nebst den erforderlichen Schleusenwerken in das Project einbezogen ist.

Ähnlich wie bei der Kozažica ist auch der Oberwerkscanal der Bećirbeg Kapetanović-Mühle gegenwärtig im Flussbette eingebaut, während drei am rechten Ufer unterhalb Klobuk situirte Mühlen ihr Wasser aus der Tihaljina ohne jede Absperr- oder Regulirungsvorrichtung entnehmen. Die durch die Regulirung des Mlade unbedingt erforderliche Correction der Zuleitungen zu den genannten Mühlen erfordert die Anlage von zwei weiteren Canälen, von welchen jener für die Kapetanović-Mühle gegenüber dem Parilo-Canal mit Benützung derselben Wehranlage abzweigt und mit Hilfe von Seitengräben eine Fläche von 304 *ha* bewässert. Für die letztgenannten drei Objecte muss eine Ausleitung am rechten Mladeufer unterhalb Klobuk hergestellt werden. Der mit 1·5 m^3 dotirte Canal benützt ebenfalls zum Theile schon bestehende Gräben, das Abfallwasser dient zur Bewässerung einzelner Partien des Banja- und Blačathales und wird schliesslich zu den im ersteren Thale befindlichen Ponoren geleitet.

Zu den wichtigsten und speciell für die hydrographischen Verhältnisse des Rastok bedeutungsvollsten, von früher bestehenden Wasserwerken zählt der Parilo-Canal. Ursprünglich nur für die in Orovlje befindlichen Mühlen des Osmanbeg Kapetanović hergestellt, wurde er später auch zu Bewässerungszwecken verwendet, durch die wilden Ausleitungen aber ebenso der Verwahrlosung anheimgegeben, wie der Mlade. Da auch der an seiner Abzweigung befindlichen Schleuse die Sperrvorrichtung fehlt, so können die Hochwässer ohne Hinderniss in den Canal eintreten und müssen auf die Überschwemmungsverhältnisse des Rastok ungünstig einwirken, wenngleich dieser Einfluss überschätzt wird, weil im Maximum nur 6 m^3 per Secunde das Einlassobject zu passiren vermögen. Unter Aufrechterhaltung der derzeitigen Bestimmung des Canales wird dessen Reconstruction in der Weise geplant, dass die Einmündung um 1 *m* tiefer gelegt und mit Schleusen, welche mit dem bei Beschreibung der Bewässerungsanlage im Mlade bereits erwähnten Aquäducte in Verbindung gebracht werden, regulirbar eingerichtet wird. Hiedurch wird auch eine Senkung der Sohle des Canalgerinnes auf eine Länge von 3·23 *km* bedingt.

Die speciell im Rastok zu bewässernde Fläche beträgt im hercegovinischen Theile 600 und im dalmatinischen 800 *ha*. Hiezu kommen noch die entlang des Canales auf die Bewässerung aus denselben angewiesenen Flächen im Ausmasse von 250 *ha*. Das erforderliche Wasserquantum beträgt demnach 2·5 m^3 per Secunde und kann hiemit auch der Bedarf für den Betrieb der Mühlen des Osmanbeg Kapetanović bestritten werden, da deren Unterwasser zu Meliorationszwecken weiter verwendbar ist. Ein den Rastok an seinem östlich gelegenen Rande umfahrender Hauptzubringer nebst einem Seitenaste ermöglichen die Vertheilung des Wassers über den hercegovinischen Theil des ganzen Thalkessels.

Die Gesammtlänge der zur Bewässerung der Mladeebene und des hercegovinischen Rastok theils neu herzustellenden, theils zu reconstruirenden alten Canäle misst rund 48 *km*.

Die Abfuhr der Irrigationswässer erfolgt in den linksuferigen Ländereien des Mlade durch schon bestehende alte Drains, so: die Modra matica, den Mali Lioć, die Vaša, den Stari Prokop und die Vrioštica. Am rechten Mladeufer ist die Herstellung eines speciell diesem Zwecke dienenden Grabens nothwendig und wird hiezu auch der Parilo-Canal herangezogen. Im Rastokkessel wird die Entwässerung theils durch die tiefer liegenden Strecken der Bewässerungscanäle, hauptsächlich aber durch die Zuflussgerinne zu den Ponoren bewirkt.

Sämmtliche für das Functioniren des Hauptcanalnetzes nöthigen Objecte sind in das Project einbezogen und ist deren Ausführung mit Rücksicht auf die theuren Holzpreise und die unter den obwaltenden klimatischen Verhältnissen geringe Haltbarkeit dieses Materiales zumeist aus Stein vorgesehen. Die Kosten der ersten Anlage werden hiedurch zwar allerdings etwas erhöht, jene der Erhaltung aber bedeutend vermindert.

Das Gesammterfordernis für die beschriebenen Anlagen beträgt 405.000 fl.

Hievon entfallen auf:

die Regulirung und Eindämmung des Mlade und die am Parilo-Canal nöthigen Correctionen	224.460 fl.
den Neubau, beziehungsweise die Reconstruction der Mladebrücken . . .	47.400 „
die Bewässerungsanlagen im Mladegebiete und im hercegovinischen Theile des Rastok, einschliesslich der Regulirung der Vrioštica und des Probojbaches	91.630 „
die Kosten der Bauleitung bei vierjähriger Bauzeit	20.000 „
diverse Auslagen und Unvorhergesehenes	21.510 „

Das zu bewässernde Gebiet ist nahezu ausschliesslich Ackerland. Insoweit für derartige Anlagen die Configuration der Besitzgrenzen als wichtiger Factor in Betracht kommt, welcher in vielen Fällen die vorherige Durchführung einer Comassation bedingt, liegen die Verhältnisse in der Mladeebene sehr günstig. Die gegenwärtig bestehende Parcellirung entspricht offenbar einem alten, rationell angelegten Bewässerungssystem; die alten Ent- und Bewässerungsgräben verlaufen nahezu ausnahmslos entweder parallel den Längsseiten oder entlang der schmalen Kopfenden der Felder. Dieser Vortheil bleibt auch der neuen Anlage erhalten, deren Canäle in der Mehrzahl mit der Trace der alten zusammenfallen.

Die Mladeebene ist altes Culturland, welches unter den früheren politischen Wirren verfiel und unter der Verwaltung der österreichisch-ungarischen Monarchie zu neuer Blüte entstehen wird.

Cisternen.

Die Uferländer des Mittelmeeres sind der classische Boden der Cisternenbauten. Infolge der grossen Trockenheit des Sommers, des Mangels an Quellen und continuirlich Wasser führender Flüsse und Bäche, der durch die geologische Formation sehr erschwerten Anwendung von Brunnen zur Beschaffung des Trinkwassers waren die Bewohner dieses von der Natur in den urbaren Landstrichen sonst so üppig und reich ausgestatteten Theiles der Erde von altersher genöthigt, ihren für die Existenz von Menschen und Thieren unentbehrlichen Wasserbedarf während eines Theiles des Jahres durch Magazinirung des Regenwassers zu sichern.

An dieser Schattenseite der Mittelmeerländer participiren auch die näher der Meeresküste gelegenen, dem Karste angehörenden Theile der Hercegovina, von Bosnien einzelne Partien der Bezirke Županjac, Livno, Glamoč und Petrovac.

Solange die subtropischen Niederschläge des Herbstes, Winters und Frühjahres der Erde so grosse Wassermengen zuführen, dass selbst die Klüfte und Spalten des wasserverzehrenden Karstes gesättigt sind und die Wassercirculation auch auf der Erdoberfläche stattfindet, ist ein empfindlicher Wassermangel nicht vorhanden. Erst mit dem Aufhören der ausgiebigen Niederschläge im Monat Mai beginnt die Wassernoth und erstreckt sich über die ganze Dauer des wasserarmen Sommers bis in die ersten Herbstmonate.

In der Hercegovina ist nur der im Gebiete der Triaskalke und paläozoischen Schiefer gelegene Oberlauf der Narenta bis etwa zur Einmündung der Drežanka wasserreich, der übrige dem Karste angehörende Theil der Provinz leidet an der dieser geologischen Bildung eigenthümlichen Armut an Quellen. Infolge dessen verleiten die wenigen in der Karte eingezeichneten Flüsse zu Illusionen, denn die Betten dieser natürlichen Recipienten des oberirdischen Wasserabzuges liegen im Sommer trocken und bieten dann statt des kostbaren Gutes nur todtes Gestein. In der angefügten Karte sind daher die intermittirenden Flüsse zum Unterschiede von jenen mit continuirlicher Wasserführung durch unterbrochene Linien speciell gekennzeichnet. Von den vier vorgenannten bosnischen Bezirken gehören nur mehr einzelne Partien der Kreide und dem Karste an, in welchen auch der Mangel an Wasser hauptsächlich hervortritt und die künstliche Wasserbeschaffung, allerdings in weit geringerem Umfange als in der Hercegovina, nöthig wird.

In welcher Weise der Wassermangel zu einer das ganze wirtschaftliche Leben eines Volkes berührenden ernsten Calamität wird, möge hier durch einige Beispiele illustrirt werden. In der Stadt Bilek wird das Ausgabenconto eines einfachen Haushaltes durch die Kosten für das Zutragen des allernöthigsten täglichen Wasserbedarfes aus der $^3/_4$ Stunden von Bilek entfernten Trebinčicaquelle mit 6—8 fl. per Monat belastet. In Mostar musste für das Zutragen des Wassers aus der tief im festen Conglomerat eingeschnittenen Narenta 3—5 fl. per Familie bezahlt werden, nachdem die

Anlage von Brunnen keinen Erfolg hatte. Ähnliche Beispiele liessen sich viele anführen; sie charakterisiren die Noth in den Städten.

Beim Landmanne entfällt allerdings die Geldausgabe, an deren Stelle tritt aber der Zeitverlust für den Transport des Wassers. Nebst dem Pferd und dem Esel sind es zumeist die Frauen, welche sich dieser Aufgabe in der im Bilde (Taf. XV) dargestellten Weise unterziehen müssen.

Qualvoll wird der Mangel des Wassers vom Reisenden empfunden, der auf seinem Wege unter der Glut von oftmals mehr als 40° Celsius vergebens viele Stunden lang einem kühlenden Trunke entgegenlechzt, dessen Pferd, unter der Sommerhitze verdurstend, langsam die Kräfte verliert. Zu ernsten Calamitäten führt die Wassernoth bei der Bewegung grösserer militärischer Colonnen, da das Bedürfnis nach Löschung des Durstes selbst das Hungergefühl zurückdrängt und die Nichtbefriedigung desselben die Kräfte der Mannschaft frühzeitig erschöpft.

Ebenso wie der Mensch leiden auch die Thiere. Es gibt Gegenden in der Hercegovina, so die nächst der montenegrinischen Grenze gelegenen Weiden des Bezirkes Bilek und der Expositur Grab, die Alpenweiden in der Viduša planina, in welchen die Thiere zur Zeit des Hochsommers, wenn die künstlich aufbewahrten Wassermengen verzehrt sind, 20—30 *km* weit zur Tränke getrieben werden müssen und, da dieser Weg nur langsam weidend zurückgelegt wird, fast eine ganze Tagreise bis zur ersehnten Quelle nöthig haben. Kaum zurückgekehrt, beginnt die Wanderung von neuem, daher die Herden dieser Gegenden während des Sommers continuirlich am Wege zum und vom Wasser sind und doch nur alle 48 Stunden einmal ihren Durst befriedigen können. Wo die Weideverhältnisse den Zutrieb zu den natürlichen Tränkeplätzen nicht gestatten, sind es ganze Colonnen von Tragpferden, oftmals bis zu 100 Stück, die mit ihren Begleitern Tag um Tag den Wassertransport besorgen. Wenn auch der thierische Organismus infolge Angewöhnung den Wassergenuss sowohl hinsichtlich der Zeit wie des Quantums auf ein Minimum zu reduciren vermag, so leidet darunter doch ersichtlich seine Entwicklung, und da es sich im vorliegenden Falle um die wertvollen Rassen der Hausthiere handelt, bedeutet die Einschränkung des Wassergenusses eine sehr namhafte Einbusse an dem nationalen Wohlstande. Aber auch der enorme Aufwand sowohl an menschlicher wie thierischer Arbeitskraft, die jedes Jahr bei diesem unproductiven Geschäfte des Wassertragens verloren geht, ist, abgesehen von allen anderen Momenten, aus national-ökonomischen Gründen ein grosser Verlust, welcher die Beseitigung der Wassernoth gebieterisch erheischt.

Allerdings finden sich in den einzelnen Ortschaften und Gehöften schon von früher her Cisternen, mitunter solche von hohem Alter. Diese Objecte reichten aber nur für den unumgänglichsten Lebensbedarf. Der Gedanke, durch Vermehrung des Wasservorrathes für die nach den sonstigen vorhandenen Bedingungen mögliche Erhöhung der Prosperität des landwirtschaftlichen Besitzes zu sorgen, lag dem Volke völlig ferne.

Nach dem Vorangeführten ist es wohl klar, dass es Aufgabe des Staates ist, wenn die Privatthätigkeit zur Linderung der Wassernoth sich als unzureichend erweist, helfend einzugreifen, denn auch er participirt an den hieraus entspringenden Vortheilen.

Ganz besonders ist es die volle Verwertung der Hochweiden, welche für den intensiven Betrieb der Alpenwirtschaft ob ihrer Wasserarmut die künstliche Beschaffung des Tränkewassers unbedingt erheischt. Der Pflanzenwelt wird die nöthige Feuchtigkeit durch den auf den Höhen der Gebirge sehr reichlichen Thaufall zugeführt. Sind die Sommerniederschläge nicht aussergewöhnlich spärlich und selten, so bleibt den Alpenmatten das saftige Grün erhalten. Anders ist es mit der Befriedigung des Wasser-

bedürfnisses der Thiere gestaltet. Obwohl auch diese begierig die Thauperlen von den Gräsern schlürfen, reicht doch diese Labung nicht aus, um ihren Durst zu stillen; das Wasser hiezu muss, wo die Natur es versagt, beigeschafft werden. In welcher Weise die Steigerung des Viehstandes und damit jene des Wohlstandes der Bevölkerung durch die Ausnützung der Hochweiden möglich ist, davon gibt ein lehrreiches und vorläufig nicht einmal erschöpfendes Beispiel die gelegentlich der Beschreibung der Melioration des Gackopolje angeführte Skizze der wirtschaftlichen Verhältnisse des Bezirkes Gacko, auf welche wir hier verweisen möchten.

In der Hercegovina kommt endlich als sehr beachtenswerter Factor die politische Erwägung hinzu, dass keine Action so unmittelbar die Sorge der Verwaltung für das Wohl des Landes zur Erkenntnis des Volkes bringt als die Beschaffung des unentbehrlichen Lebensbedürfnisses — des Wassers.

Die geologische Beschaffenheit der Hercegovina beschränkt die Wahl und Mittel, welche die Technik für die künstliche Wasserversorgung bietet. Es wird die Grabung von Brunnen höchst selten von Erfolg begleitet sein. Die Ausführung von Wasserleitungen ist für die Wasserversorgung eines weit ausgedehnten Landgebietes, mit Rücksicht auf die nothwendige gleichmässige Vertheilung der Wasserbezugsstellen, nicht allgemein anwendbar und viel zu kostspielig. Infolge des Mangels oder der ungünstigen Situirung der vorhandenen Quellen würden aber auch oftmals die technischen Bedingungen hiezu fehlen.

Ein speciell dem Karste eigenthümliches Mittel bildet das Aufsuchen der Canäle, in welchen sich die bereits bei Beschreibung der hydrographischen Verhältnisse des Karstphänomens erwähnte unterirdische Wassercirculation vollzieht. Es kann hie und da gelingen, deren Wege aufzufinden, doch bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass aufs Geradewohl unternommene Bohrungen oder das Abteufen von Schächten hier nicht zum Ziele führt. Die genaue Beobachtung der zur Zeit des Zu- und Abnehmens der Wassercirculation bemerkbaren Stellen, an welchen das Wasser in geschlossenen Mengen aus den unterirdischen Canälen an die Oberfläche tritt und wieder verschwindet — die Ponore — dienen oftmals als Wegweiser zu jenen Gängen, die den kostbaren Wasserschatz bergen. Allerdings wird auch hier der praktische Erfolg nicht immer eintreten, insbesonders dann nicht, wenn die wasserführenden Gänge oder Felsspalten tief unter der Erdoberfläche liegen, deren Ausnützung, auch selbst wenn sie erreicht werden, wegen des Arbeits- und Kostenaufwandes für die Hebung des Wassers schwer ausführbar ist.

Die Auffindung derartiger unterirdischer Wasserläufe ist in der Hercegovina wiederholt, bis nun aber ausschliesslich nur in den Thalbecken oder Thalrinnen gelungen. Als Beispiele hiefür wären anzuführen: die Wasserhöhle im Zalomskathale unterhalb der Kaserne in Plušine, jene im kleinen Gackopolje, im Becken von Posušje, im Sutjeskathale nächst Grab, im Popovopolje unterhalb des Klosters Zavala und andere. In den genannten Höhlen, oder richtiger gesagt Felsspalten, steht der Wasserspiegel im Hochsommer noch in den zumeist nur mit Mühe erreichbaren Tiefen von 8—50 *m* unter dem Terrain.

Die der Aufsuchung dieser unterirdischen Wasserläufe entgegenstehenden Schwierigkeiten, der ungewisse Erfolg und, wie schon bemerkt, mitunter auch die Umständlichkeit der Beförderung des in der Tiefe gefundenen Wassers an die Oberfläche sind die Gründe, weshalb dieses Mittel der Wasserbeschaffung bisher nur in ganz vereinzelten Fällen praktischen Erfolg erzielte.

Die Bewohner der Karstgegenden sind daher, wenn sie nicht in der glücklichen Lage waren, ihre Wohnstätten an einem der selten vorkommenden continuirlich wasser-

führenden Flüsse, Bäche oder Quellenläufe aufzuschlagen, zum mindesten im Hochsommer bemüssigt, ihren Wasserbedarf durch Aufspeicherung des Regenwassers zu decken. Oft genug geschieht dies in schon von Natur aus durch eine Lehmschichte gedichteten, offenen Terrainmulden oder Trichtern, „Lokva" genannt, in welchen sich das Regenwasser ansammelt und als eine lehmige, trübe, warme, durch Infusorien belebte Flüssigkeit von Menschen und Thieren getrunken wird.

Wird jedoch das Regenwasser in künstlich hergestellten und eingedeckten Reservoirs — den Cisternen — aufgefangen, so bleibt demselben bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmassregeln seine Reinheit erhalten, und ist es gut geniessbar.

Solche Bauwerke wurden in den Mittelmeerländern von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart ausgeführt. Von den grossartigen Cisternenbauten der Araber in Aden bis zu den Cisternen Venedigs und in der neueren Zeit den Cisternenbauten in Istrien und Dalmatien lässt sich dieser Zweig der Technik verfolgen und gibt nicht allein mit Rücksicht auf das verschiedene Alter, sondern auch anbetrachts der Abweichungen in der Constructionsart dieser Objecte ein lehrreiches Bild.

Auch die Hercegovina hat ihre bis nun noch nicht bekannt gewesene Geschichte des Cisternenbaues. Unter der in Ruinen verfallenen geschichtlichen Verlassenschaft des Landes erweckt die grosse Zahl der Cisternenreste unsere besondere Aufmerksamkeit. Deren in Taf. XXIV dargestellte Construction und Bauart ist durchgehends die gleiche. Das Prisma bildet die Grundform der fast ganz in die Erde versenkten Objecte, ihr cubischer Inhalt misst im Durchschnitte 60—120 m^3. Die Widerlager sind aus Bruchstein, die Gewölbe aus zugehauenen Steinen hergestellt, als Bindemittel wurde Crvenicamörtel verwendet. Nach den noch nicht abgeschlossenen Forschungen sind bis jetzt nahe an 700 solcher verfallener Cisternen constatirt. Ihre Anzahl ist vermuthlich noch viel grösser, da immer noch weitere aufgedeckt werden. Aber auch von den noch im Gebrauche stehenden alten Objecten muss ein grosser Theil hohen Alters sein, denn erkundigt man sich bei der Bevölkerung nach deren Entstehung, so lautet die fast überall gleich bleibende Antwort: „So lange wir und unsere Vorfahren zu denken vermögen, steht diese Čatrnja", während von jenen Cisternen, die selbst aus den frühen Zeiten der ottomanischen Herrschaft stammen, das Volk von ihrer Erbauung der Tradition nach zu erzählen weiss. Es fällt nun auf, dass die weitaus überwiegende Mehrzahl der Ruinen in den Hochweidegebieten sich vorfindet, dort, wo auch das zahlreiche Vorkommen der altchristlich-bosnischen Grabsteine uns die intensive Besiedlung dieser Hochgebirgsgegenden in den letzten Jahrhunderten des Mittelalters vermuthen lässt. Die damalige Bevölkerung bedurfte wie heute der künstlichen Wasserversorgung, und es mag darin vielleicht der Schlüssel zur Beantwortung der Frage über das Alter der hercegovinischen Cisternenruinen gelegen sein.

Von weitaus actuellerem Interesse ist aber die Thatsache, dass die auf den Hochweiden der Hercegovina in jenen längst verflossenen Zeiten wohnende, wahrscheinlich zahlreiche Bevölkerung ihren Lebensunterhalt wohl nur ausschliesslich der Viehzucht verdanken konnte. Diese aller Wahrscheinlichkeit nach zutreffende Voraussetzung bildet einen nicht genug zu beachtenden Fingerzeig über den grossen Wert der gegenwärtig wieder im Aufschwunge begriffenen Ausnützung der Hochweiden und der Grundbedingung hiezu — des Cisternenbaues.

Der Wasserversorgung der Hercegovina, so dringend sie auch sein mochte, konnte in den ersten Jahren der Occupation nur sehr geringe Berücksichtigung geschenkt werden, da damals die ganze Thätigkeit der Landesverwaltung so vollständig durch die Einrichtung der Administration und die Schaffung der Grundlagen hiezu in Anspruch

genommen war, dass diese Angelegenheit vor der Erfüllung viel wichtigerer, im höheren staatlichen Interesse gelegener Aufgaben zurücktreten musste. Allerdings entstanden an den neugebauten Strassen einzelne, zumeist von der Landesverwaltung, zum Theile auch vom Militär gebaute Objecte, um wenigstens den Reisenden den allernöthigsten Trinkwasserbedarf bieten zu können. Diese Fälle blieben aber vereinzelt, für eine weiter reichende Action hätten auch die Geldmittel gefehlt.

Mit der allmählichen Steigerung des Viehstandes erhob sich der Ruf nach Wasser immer dringender und veranlasste im Jahre 1886 die Vornahme von Vorerhebungen, wie den allernöthigsten Bedürfnissen abgeholfen werden könne. Einen weiteren Anstoss zum Baue einer grösseren Anzahl von Cisternen und Tränken gab die Durchführung der hercegovinisch-montenegrinischen Grenzregulirung, durch welche manche Quelle, die früher der Hercegovina angehörte, dem Nachbarlande zufiel und sodann von den Hercegovcen nicht mehr benützt werden durfte, weshalb der Grenzbevölkerung ein entsprechender Ersatz für die früheren Wasserbezugsquellen geboten werden musste. Selbst die Kosten dieser nur zur Abhilfe der äussersten Noth dienenden Bauten erreichten schon eine so namhafte Höhe, dass deren Ausführung nur in mehreren Jahren erfolgen konnte.

Es war eine schwere Aufgabe, aus den gleich nach Bekanntwerden der von der Regierung geplanten Action in grosser Menge vorgebrachten Bitten der Bevölkerung um Herstellung neuer oder um Reparatur alter Objecte ein den dringendsten Anforderungen möglichst gleichmässig entsprechendes Bauprogramm zusammenzustellen, da leider die Kostenfrage den Kreis der realisirbaren Ansprüche sehr enge zog. Durch Verwendung der seitens vieler interessirter Gemeinden und Ortschaften freiwillig angebotenen Naturalarbeit zu Handlangerdiensten und zum Transporte der Baumaterialien für die Reconstruction möglichst vieler der alten verfallenen Objecte, konnte mit einer relativ geringen Summe eine möglichst grosse Anzahl derselben hergestellt werden, deren Ausführung auf fünf Jahre bis inclusive 1891 vertheilt wurde.

Hiemit war der erste, von der Bevölkerung dankbarst anerkannte segensreiche Schritt zur Linderung der Wassernoth gethan, aber es wurden immer mehr Wünsche vorgebracht, und die stetige Zunahme des Viehstandes erhöhte deren Zahl von Jahr zu Jahr. Dieser Thatsache musste die Landesverwaltung Rechnung tragen, indem sie an die Fortsetzung des begonnenen Werkes schritt und jährlich durchschnittlich 10.000 fl. diesen Zwecken zuwendete.

Vom Jahre 1885 bis Ende 1894 entstanden in der Hercegovina im ganzen 173 Cisternen und Tränken und 33 Quellenfassungen mit einem Kostenaufwande von 75.894 fl., 50.880 Robot-Menschen- und 21.260 Thier-Tagewerken. Der Fassungsraum dieser Cisternen und Tränken beträgt 11,809.000 *l*. Deren Vertheilung ist auf der angefügten Karte ersichtlich gemacht.

Wenn auch bei weitem nicht in ebensolchem Umfange wie in der Hercegovina war in den bosnischen Bezirken Županjac, Livno und Glamoč die Nothwendigkeit vorhanden, der Bevölkerung einiger Gegenden bei der Wasserversorgung helfend beizustehen. Auch in diesen Bezirken begann im Jahre 1891 die Verwirklichung eines auf fünf Jahre fixirten Bauprogrammes, und kamen mit einem Fassungsraume von 5,464.000 *l* 20 Cisternen und Tränken, sowie 8 Quellenfassungen um den Betrag von 29.174 fl. nebst 21.611 Robot-Menschen- und 17.668 Robot-Thiertagen zur Ausführung. Ein Jahr früher wurde im Bezirke Petrovac mit dem Baue von Wasserversorgungsobjecten begonnen, welche 3,105.000 *l**) zu fassen vermögen, 8815 fl. nebst 11.455 Robot-Menschen- und 2421 Robot-Thiertagen kosteten.

*) Darunter eine Tränke mit 2,000.000 *l* Inhalt in der Stadt Petrovac.

In Summe beträgt die Zahl der seit 1885 in Bosnien und der Hercegovina hergestellten Cisternen und Tränken 202 mit einem Fassungsraume von 20,378.000 *l*, weiters wurden 53 Quellen nutzbar gemacht. Der hiefür aus Landesmitteln verausgabte Geldbetrag erreicht die bedeutende Höhe von 113.883 fl.

Es ist schwer möglich, ein erschöpfendes Bild des mit diesen Bauten erzielten Effectes zu geben. Annähernd lässt er sich daraus ermessen, dass ohne Einrechnung der nutzbar gemachten Quellen in den seit 1885 neu hergestellten Cisternen und Tränken allein jährlich die obigen 20,378.000 *l* angesammelt werden, welche während einer mit durchschnittlich zwei Monaten angenommenen Periode der Trockenheit 10.000 Stück Rinder und 90.000 Stück Schafe und Ziegen mit Wasser zu versorgen vermögen. Für diesen Zuwachs war wohl das Futter, aber nicht auch das Wasser vor Herstellung der Objecte vorhanden. Die obigen Zahlen drücken daher annähernd die durch die Cisternenbauten ohne Einrechnung der Quellen seit 1885 ermöglichte Erhöhung des Viehstandes aus und bleiben höchst wahrscheinlich hinter der Wirklichkeit noch zurück.

Selbstverständlich werden die mit so grossem Kostenaufwande erbauten Objecte auch sorgfältig in Stand gehalten. Hiefür sind im Landesbudget die entsprechenden Mittel eingestellt, die pro 1894 mit 9000 fl. berechnet erscheinen.

Bei aller Wertschätzung des Wassers seiner Quantität nach fehlt der einheimischen Bevölkerung der Sinn, für die gute qualitative Beschaffenheit desselben Sorge zu tragen. Anders als eine gelbe, schmutzige Flüssigkeit können sich die Leute das Cisternenwasser nicht denken, denn so lange die Cisterne nicht fast ganz mit Schlamm gefüllt war, wollte Niemand ihre Reinigung und Reinhaltung vornehmen. Ebensowenig würden sich die Leute aus eigener Initiative an eine haushälterische Ausnützung des vorhandenen Wassers gewöhnen. Um in dieser Hinsicht allmählich einen Umschwung herbeizuführen und das Volk zu einer vernünftigen Gebahrung mit dem Cisternenwasser förmlich zu erziehen, war es nothwendig, wenigstens bei den neu hergestellten Objecten eine strengere Überwachung einzuführen und durch eine speciell erlassene Cisternenordnung deren Benützung gewissermassen unter gesetzlichen Schutz zu stellen.

Die grosse Anzahl der Cisternen liess es unthunlich erscheinen, diese Aufsicht allein den amtlichen Organen zu übertragen; es musste hiezu auch die Bevölkerung selbst dadurch herangezogen werden, dass mit Ausnahme der an den Communicationen gelegenen Objecte, den einzelnen Ortschaften oder Häusergruppen, die in deren Nähe neu hergestellten Cisternen und Tränken in die Obhut übertragen und die betreffenden Interessenten solidarisch für die Schonung und Reinhaltung derselben, sowie für die ökonomische Gebarung mit dem Wasser verantwortlich gemacht wurden. Auch hatten die Interessenten zum Schutze gegen die Verunreinigung des zufliessenden Wassers das ganze zur Cisterne dependirende Niederschlagsgebiet einzufrieden, für deren jährliche Reinigung zu sorgen etc.

Durch die jedem amtlichen Organe ertheilte Weisung, sich bei Dienstreisen von der Befolgung der Vorschriften der Cisternenordnung zu überzeugen, und durch entsprechende Strafbestimmungen wird allmählich die rationelle Behandlung der Cisternen erreicht werden.

Technische Details der Cisternenanlagen.

Die systematische Wasserversorgung einer ganzen Provinz durch Anlage von Cisternen ist ein so grosses Unternehmen und bietet in der Ausführung den Gegenstand so vielfacher Erwägungen, dass eine eingehendere Darstellung der principiellen Gesichtspunkte, nach welchen dasselbe durchgeführt wurde, von Interesse sein dürfte. Auch

die speciellen Eigenthümlichkeiten des Landes und Zweckes, welche auf den Bau der hierländigen Cisternen massgebenden Einfluss ausüben, sowie die Eigenartigkeit des zur Verwendung gelangten Baumateriales (Terra rossa) erheischen eine nähere Darstellung. Um dieselbe zusammenhängend zu gestalten, konnte nicht vermieden werden, einzelne bereits bekannte Principien des Cisternenbaues, wo deren Anführung für das Verständnis unserer Ausführungen nöthig war, kurz zu berühren.

Die zu beschreibenden Objecte dienen in erster Linie zur Beschaffung des Trinkwasserbedarfes für Menschen und Thiere. Nicht der Aufwand an grossen Mitteln für das einzelne Object, sondern die den obigen Zwecken am besten entsprechende Bauweise und die möglichst ökonomische Bauausführung durch Ausnützung der localen Verhältnisse charakterisiren dieselben.

Unter Cisterne im weiteren Sinne ist ein künstlich hergestelltes Reservoir zu verstehen, welches bestimmt ist, das in seiner Nähe auf der Oberfläche niederfallende und ihm zufliessende Regenwasser zu sammeln und für den Gebrauch aufzubewahren.

Bei Trinkwassercisternen kann die zur Geniessbarkeit des Wassers nöthige Reinheit und der entsprechende Temperaturgrad nur dann erreicht werden, wenn das angesammelte Wasser vor Licht und Wärme möglichst geschützt wird, da sich bekanntlich unter dem unmittelbaren Einflusse dieser beiden Elemente die Entwicklungsfähigkeit der im Wasser lebenden Organismen wesentlich steigert. Die hierlands ausschliesslich durch Wölbung erfolgende Eindeckung der Reservoire, die Versenkung derselben in das Terrain bilden die hauptsächlichsten Mittel zur Erfüllung der obigen Bedingungen. Diese gedeckten Reservoirs sind als „Cisternen" im engeren Sinne des Wortes zu betrachten, während die offenbleibenden, insoferne selbe die Bestimmung haben, den Wasserbedarf für die Thiere zu liefern, in der Folge als „Tränken" bezeichnet werden. Ein weiterer Vortheil der Einwölbung ist die Beschränkung des Wasserverlustes durch Verdunstung, welcher bei grossen Hitzegraden und bei starker Luftströmung sehr bedeutend sich bemerkbar macht.

Die Dimensionirung der Cisterne richtet sich nach dem Bedarfe und nach der Menge des derselben zufliessenden Wassers.

Bei Bemessung des Bedarfes ist einerseits die Anzahl der Menschen und Thiere, deren Wasserversorgung auf den Gebrauch der Cisterne angewiesen ist, andererseits die Länge der Zeit, während welcher ausschliesslich nur der im Objecte angesammelte Wasservorrath für die Nutzung zur Disposition steht, massgebend. Eine über das nothwendige Mass dimensionirte Cisterne würde ungerechtfertigt hohe Kosten verursachen und, was allerdings wohl nur selten zu befürchten ist, bei zu geringem Verbrauche des Wassers die Erneuerung desselben verlangsamen, dadurch aber auf dessen Qualität beeinträchtigend wirken.

Für die Feststellung des Bedarfes nach der Kopfzahl der zu versorgenden Menschen und Thiere können wegen der — des Kostenpunktes halber — zu beachtenden grösstmöglichsten Ökonomie im Wasserverbrauche allerdings nicht jene reichlichen Dotirungen zugrunde gelegt werden, wie selbe etwa bei Wasserleitungen angenommen werden. Aber auch gegen die beispielsweise in Venedig per Kopf und Tag entfallende Menge Cisternenwassers mit 8 *l*, welche durch Zufuhr von Wasser auf 10 *l* erhöht wurde,*) musste hierlands die Dotirung der ländlichen Cisternen in Anbetracht des Kostenpunktes bedeutend geringer ausfallen, wenn nicht die Wohlthat der Wasserversorgung

*) Finetti, Die Wasserversorgung der Stadt Venedig. Wochenschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Jahrgang 1885, S. 163.

zugunsten einzelner bevorzugter Gemeinden der Allgemeinheit vorenthalten werden soll. Die Nothwendigkeit der grössten Ökonomie im Wasserverbrauch ist leider eine Kehrseite der Cisternenwirtschaft, und ihr muss insbesonders im Hauswesen manches Opfer gebracht werden, welches allerdings den in puncto Reinlichkeit gerade nicht verwöhnten Hercegovcen keine besondere Entbehrung auferlegt. Aus den in der Hercegovina in Benützung stehenden öffentlichen Cisternen ergiebt sich als Durchschnitt des täglichen Wasserbedarfes per Kopf für den Menschen 4 *l*, für Pferde und Hornvieh 12 *l*, für Kälber, Schafe und Ziegen $2^1/_2$ *l*.

Insoferne es sich bei der Fixirung des Bedarfes um ein einzeln stehendes Gehöfte handelt, ist über die Anzahl der aus der Cisterne zu versorgenden Menschen und Thiere kein Zweifel möglich. In geschlossenen Ortschaften und auf den Weiden tritt aber, wenn der Wasserzufluss es gestattet, die Frage heran: Soll die Wasserversorgung auf ein oder mehrere grössere Objecte, oder auf eine vermehrte Anzahl kleinerer Objecte basirt werden? Zweckmässigkeitsgründe sprechen für das letztere. Jede Cisterne bildet für einen gewissen Rayon die Wasserversorgungsquelle. Mit deren zunehmendem Fassungsraume verlängert sich die Grösse des Durchmessers dieses Rayons und damit die von Menschen und Thieren zurückzulegende Wegdistanz, infolge dessen aber auch der Zeitverlust beim Transport des Wassers. Da weiters das Schöpfen längere Zeit in Anspruch nimmt und zumal beim Tränken sich auf einzelne Tagesstunden concentrirt, so würde bei grossen Cisternen, welche ein ausgedehntes Gebiet mit Wasser zu versorgen haben, zu gewissen Tagesstunden eine Anstauung der wasserholenden Menschen und Thiere entstehen, die ebenfalls mit mancherlei Übelständen verbunden ist. Auch die bei Cisternen nicht strenge genug zu beachtende Ökonomie des Wasserverbrauches wird besser bei kleineren Objecten, an welchen eine kleine Gruppe von Interessenten participirt, die gegenseitig im eigenen Interesse sich überwachen, als bei grossen Anlagen erzielt. Die weitaus überwiegende Mehrzahl der neu ausgeführten Cisternen besitzt daher nur einen Fassungsraum von 80—150 m^3.

Über die Länge der Zeit, während welcher das magazinirte Wasser für den Bedarf einer gewissen Anzahl von Menschen und Thieren ausreichen muss, ohne dass auf Zufluss gerechnet werden kann, geben die meteorologischen Beobachtungen hinreichenden Aufschluss.

Die Niederschlagsmenge in der Hercegovina bewegt sich in den Monaten September bis December und Jänner bis April im allgemeinen zwischen 100—200 *mm* per Monat. Diese Menge ist gross genug, um neben dem continuirlichen Verbrauche auch bei wenig ausgedehnten Niederschlagsgebieten Cisternen mit Volumina bis zu 150 m^3 jeden Monat gefüllt zu erhalten. In den weiteren Monaten Mai bis August tritt der Einfluss der Höhenlage auf die Niederschlagsmengen und hiedurch auch auf die Wasserversorgung merklich hervor. Bis zu 600 *m* Meereshöhe kann der Mai noch mit 70 *mm*, hingegen die folgenden drei Sommermonate nur mit durchschnittlich 50 *mm* angenommen werden. Letztere Regenquantität wird vom Boden vollständig aufgesaugt. Die wasserlose Zeit ist daher bei vorsichtiger Bemessung auf 3 Monate zu rechnen. Über 600 *m* Meereshöhe fallen im Mai und Juni noch durchschnittlich 100 *mm*, im Juli und August aber nur 60 *mm*, demnach in diesen Höhen für den Wasserbedarf von 2 Monaten zu sorgen ist. In den wasserarmen bosnischen Bezirken reducirt sich die Dauer der wasserlosen Zeit auf circa $1^1/_2$ Monate.

Es ist selbstverständlich, dass die Niederschläge der ersten Monate, welche der regenarmen Zeit folgen, zur Füllung der mit Ende des Sommers geleerten Cisternen benützt werden. Anbetrachts des nicht bedeutenden Rauminhaltes der hierländigen

Cisternen wird die zu deren Füllung nöthige Fläche des Sammelterrains nicht zu umfangreich, wenn der Berechnung derselben, welche unter Berücksichtigung des Verlustcoëfficienten für die Absorption des Wassers durch den Boden aufgestellt werden muss, die minimale Regenmenge des October zu Grunde gelegt wird. Von einer ökonomischeren Bemessung der Auffangfläche konnte bei den Weidecisternen Umgang genommen werden, da die Sicherstellung des Sammelterrains keine Kosten verursacht und auch dessen künstliche Abdichtung nicht nöthig wird.

Der Verlustcoëfficient durch Versickerung wird von so vielen Umständen beeinflusst, dass für denselben nur bei künstlich sehr gut gedichteten Auffangflächen eine genauere Angabe möglich ist. Oberingenieur Plate*) hat nach den Erfahrungen bei der Wasserversorgung der dalmatinischen Eisenbahnen in dem obigen Falle den Wasserverlust mit 20—40 % der Regenmenge ermittelt. Bei den starken Niederschlägen der Regenperiode in der Hercegovina ist es für Cisternen bis zu 150 m^3 Fassungsraum bisher nicht nöthig geworden, die natürlichen Auffangflächen behufs Vergrösserung der Wasserzufuhr zu dichten, trotzdem der Verlustcoëfficient ein ziemlich grosser ist. Die diesbezüglich angestellten Messungen haben für mässig geneigtes Karstterrain bis 30° Neigung, in welchem die Zwischenräume des gewachsenen Felsens mit rothem Lehm ausgefüllt und mit einer Grasnarbe bewachsen sind, in der Zeit der Regenperiode 40—60 % Wasserverlust ergeben. Bei Dachflächen wurden 20 % ermittelt.

Auch durch Verdunstung geht ein Theil des aufgespeicherten Wassers verloren. Bei den Cisternen ist jedoch der bezügliche Verlustcoëfficient infolge deren Einwölbung kein beträchtlicher und wird bei den hierländigen Objecten anbetrachts der reichlichen Bemessung der Auffangflächen nicht in Rechnung gezogen.

Das zur Füllung der Cisternen verwendete Regenwasser ist vollkommen rein und kann, bevor es zu Boden fällt, nur die zeitweilig in der Luft befindlichen Staubtheilchen mit sich nehmen. Fremde Beimischungen, beziehungsweise nennenswerte Verunreinigungen, erhält es erst während des Abflusses auf den Auffangflächen. Je reiner diese sind, desto reiner wird auch das Regenwasser in die Cisterne gelangen. Die oben beschriebenen natürlichen Auffangflächen liefern, wenn sie gegen das Betreten durch Menschen und Thiere abgeschlossen und vor absichtlichen Verunreinigungen geschützt werden, nach Ablagerung der wenigen mitgeführten Erdtheilchen ein klares, gut geniessbares Wasser. Es konnten daher bei den meisten der hierlands ausgeführten Cisternen, wie es auch bei den alten der Fall ist, die Filter und Schlammkästen entfallen, allerdings wird hiedurch die einmalige gründliche Säuberung der Cisterne im Jahre unbedingt nothwendig. Nur bei vorhandener Schlammführung war die Anwendung von Filteranlagen, wie selbe in Figur 6 und 7 auf Tafel XXIV dargestellt sind, nöthig. Als Filtermateriale wird ausschliesslich reiner Schotter und Sand in der Weise verwendet, dass zuerst der Schotter, dann der Sand vom Wasser passirt werden muss. Im Raume *a* setzen sich die vom Wasser mitgenommenen Sandtheile ab. Die öftere Auswechslung des Filtermateriales bietet, wie aus der Construction ersichtlich, keine Schwierigkeit.

Bei Verwendung von Dachflächen zum Auffangen des Regenwassers ist der erste abgeführte Niederschlag mit Staub etc. verunreinigt und wird daher nicht in die Cisterne eingelassen.

*) G. Plate, Die Wasserversorgung auf den k. k. Istrianer und Dalmatiner Staatsbahnen. Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Jahrgang 1878, S. 110. — Siehe auch Finetti, Cisternen. Studie über deren rationelle Anlage mit besonderer Rücksicht auf den Eisenbahnbau im Karstgebiete. Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Jahrgang 1884, S. 59, und Jahrgang 1885, S. 62.

So selbstverständlich es ist, dass die Auffangfläche für Trinkwassercisternen und die Zuleitung des Wassers nicht bei Düngergruben, Aborten und bei sonstigen von ammoniakalischen Salzen inficirten Localitäten vorbei, oder über versumpftes Terrain führen soll, so wird doch gegen diese Hauptbedingung öfters gefehlt, und es kann wegen der gesundheitsschädlichen Folgen nicht dringend genug hievon gewarnt werden. Auch auf die sehr schätzenswerten Mittheilungen Presanis*) über die Verwendbarkeit der Dächer als Auffangflächen möchten wir hier hingewiesen haben.

Die für die Erhaltung der Güte des Wassers nöthige Ventilation der Cisterne bewirken in genügender Weise die für den Ein- und Ausfluss und das Schöpfen des Wassers hergestellten Öffnungen. Die Schöpföffnung dient auch für die Reinigung der Cisterne; deren Dimensionirung muss jedoch so klein als möglich gehalten werden, um den Zutritt der erwärmten äusseren Luft und des Lichtes thunlichst zu beschränken. Dieselbe ist nach der Benützung stets geschlossen zu halten.

Die Entnahme des Wassers aus den Cisternen würde allerdings durch Verwendung von Pumpen am schnellsten erfolgen, doch sind letztere leicht Beschädigungen ausgesetzt, deren Reparatur in den entlegenen Gegenden zu umständlich wird, weshalb die einfachste Schöpfvorrichtung — der Eimer — für die Dorf- und Weidecisternen das beste Mittel bleibt und die Pumpe nur in grösseren Orten benützt wird.

Es ist eine glückliche Fügung, dass in dem Lande, welches in so ausgedehnter Weise auf die Wasserversorgung durch Cisternen angewiesen ist, in den meisten Fällen von der Natur auch gleich an Ort und Stelle die Hilfsmittel geboten wurden, um diese Objecte verhältnismässig billig ausführen zu können: der Stein zum Mauern und die Terra rossa als Bindemittel. Von letzterer zeichnen sich gewisse, durch die Beimischung kleiner Eisensteinpartikelchen, durch fettigen Glanz, grösseres specifisches Gewicht erkennbare Sorten, in der Hercegovina „Crvenica" genannt, vermöge ihrer hydraulischen Eigenschaft besonders aus. Dieselben geben unter Beimischung von Kalk und bei sehr langsamer Austrocknung des Mörtels während der Arbeit ein allmählich erhärtendes, mit dem Stein sich gut assimilirendes Bindematerial, welches unter Wasser vollkommen dicht und undurchlässig wird. Mit Rücksicht auf die zumeist geringeren Kosten der Beschaffung der Crvenica fand dieselbe auch bei den neuen, unter der fachmännischen Leitung von Ingenieuren hergestellten Objecten Anwendung. Es bedurfte allerdings einige Zeit, bis die Eigenthümlichkeiten der Behandlung dieses Materiales und der auf selbem beruhenden Bauart der Cisternen vollständig erkannt wurden. Die Anleitung hiezu gab die landesübliche Bauweise der Cisternen und Tränken, die denn auch mit Berücksichtigung mehrerer Verbesserungen jetzt fast durchwegs angewendet wird. Aus der folgenden ausführlicheren Darstellung derselben dürfte vielleicht in manchen Fällen Nutzen gezogen werden können.

Die Crvenica findet sowohl ihre Verwendung zum Mörtel wie auch zu einer Art Beton.

Der Mörtel besteht aus einer Mischung von Crvenica und Kalkbrei im Verhältnisse von 5 : 4 bis 4 : 3 je nach der Qualität der ersteren. Der hiezu verwendete Kalk muss in gelöschtem Zustande durch längere Zeit, womöglich über Winter, abgelegen sein. Die Ausserachtlassung dieser Vorschrift beeinträchtigt in wesentlicher Weise die hydraulische Eigenschaft des Mörtels. Vor Beimischung des Kalkes wird die Crvenica mit den Füssen unter Zusatz von Wasser zu einer teigartigen Masse von vollständig gleichmässiger Consistenz zugeknetet und hiebei jeder sich vorfindende Knollen zer-

*) Dr. Presani, Cenni sui modi, che si usano per racorre, conservare e deputare l'acqua potabile e sulle varie construzioni delle cisterne per contenerla. Triest 1843. (Vergriffen.)

kleinert, jede fremde Beimischung, Stroh, erdige Theile etc. entfernt. Nach hierauf unter abermaligem Durcharbeiten erfolgter Beigabe des Grubenkalkes bleibt der Mörtel ein bis zwei Tage der Rast überlassen, bevor er zur Verwendung gelangt.

Für den Beton ist die Mörtelbereitung die gleiche. Derselbe bildet den äusseren wasserdichten Mantel, in der landesüblichen Sprachweise „Naboj" genannt, mit welchem das Cisternenmauerwerk in einer Stärke von 30—50 *cm* in der Weise umgeben wird, dass in dem zwischen den Mauern der Cisterne und dem Terrain in der vorigen Dimension frei gelassenen Raume successive mit der allmählichen Erhebung der Mauer zuerst der Mörtel eingebracht und in diesen nicht zu grosse, aber scharfkantige Steine eingetrieben werden. Es ist besonders darauf zu achten, dass der Beton nicht durch hinzukommende Erdwurzeln, Stroh- oder Holztheilchen verunreinigt werde, da diese Beimengungen dessen Zusammenhang unterbrechen. Auch die erste Lage der Sohlendichtung besteht aus dem Naboj, die Mauern selbst aber werden auf ein sattes Mörtelbett gestellt.

Der zur Mauerung verwendete Stein darf keine Risse oder Sprünge besitzen, und wird der Gebrauch von Dynamit bei Erzeugung desselben auszuschliessen sein.

Als wasserhältigste Mauerwerksgattung hat sich jene aus Bruchsteinen erwiesen, von welchen nur einzelne als Binder über die Hälfte der Mauerstärke reichen sollen; das ganze Mauerwerk ist satt im Mörtel zu legen. Dasselbe muss stets feucht gehalten, die rasche Trocknung des Crvenicamörtels auf jede Weise vermieden werden. Zu diesem Zwecke werden noch vor der Benützung in das vollendete Object einige Hektoliter Wasser geschüttet und ersteres sodann durch mehrere Wochen gut verschlossen gehalten.

Die Bestimmung der Stärke der Widerlager und Gewölbe erfolgt, wenn nicht Erddruck vorhanden ist, nach den gewöhnlichen statischen Regeln für Mauerwerk. Da alle hierländigen Cisternen im Karstfelsen eingesprengt sind, liegt eine Erfahrung, wie sich das mit Crvenicamörtel ausgeführte Mauerwerk gegen eine stärkere Inanspruchnahme durch Erddruck verhält, bis nun nicht vor. Die Inanspruchnahme durch den Gewölbeschub wird vorsichtshalber durch Wahl der ganz halbkreisförmigen oder einer derselben nahe kommenden Gewölbsleibung möglichst reducirt.

Als Sohle dient ein auf dem Crvenicabeton aufgelegtes, womöglich aus Platten bestehendes Pflaster in Crvenicamörtel. Letzterer wird von der einheimischen Bevölkerung auch für den inneren Verputz der Cisternen verwendet. Von demselben bekommt jedoch das Wasser in den ersten Jahren des Objectsbestandes einen unangenehmen Beigeschmack. Durch Verputz oder Verfugung der inneren Flächen mit Portlandcement ist dieser Übelstand zu umgehen. In beiden Fällen muss vor dem Aufbringen des Portlandcementes das Mauerwerk an den betreffenden Stellen von jeder Spur des Crvenicamörtels sorgfältig gereinigt werden, da ersterer sich mit der letzteren absolut nicht bindet. Die Hintermauerung des Gewölbes erhält gegen oben zu eine solide Plattenabdeckung. Es empfiehlt sich, auch die anderen sichtbaren, den Beschädigungen durch Menschen und Thiere ausgesetzten Mauerwerkstheile der Cisterne in Hackelsteinen auszuführen und mit Portlandcement zu verfugen.

Bei Tränken, wie selbe in Figur 8 und 9, Tafel XXIV, dargestellt sind, wird die Dichtung ausschliesslich durch den circa 60 *cm* starken Naboj bewirkt. Das auf demselben aufgebrachte Trockenmauerwerk oder Pflaster dient eigentlich nur mehr als dessen Schutz und ist bei den älteren Objecten nicht in Mörtel gelegt. Um die ungünstige Wirkung der Eisbildung im Objecte zu verhindern, wird den Tränken eine gegen unten konisch zulaufende Form gegeben. Die zur Sohle des Objectes führenden Stufen sind vollkommen vom Mauerwerke der Tränke getrennt anzulegen.

Schlusswort.

Mit dem Worte „Karst“ ist der Begriff der Öde und Unfruchtbarkeit verbunden. Die von ihm gebildeten Gegenden der österreichisch-ungarischen Monarchie werden oftmals als „das steinige Arabien Österreichs“ bezeichnet.

Aus den vorstehenden Aufsätzen dürfte der Leser die Überzeugung gewonnen haben, dass die obigen Anschauungen, insoferne Bosnien und die Hercegovina in Betracht kommen, nicht zutreffen.

Wir können uns nicht versagen, zur Bekräftigung dieses Resultates auch Ergebnisse der Geschichtsforschung hier anzuführen.

An anderer Stelle*) wurde der Beweis erbracht, dass zur Zeit, als Bosnien und die Hercegovina unter römischer Herrschaft standen, der dem Karste angehörige Westen dieser Länder von einem in den ersten dreihundert Jahren nach Christi Geburt erbauten, weitaus dichteren Strassennetze durchzogen war, als es gegenwärtig der Fall ist; dass weiters schon zu jener Zeit der Felsboden, wenn auch nicht in jenem Umfange wie heute, blossgelegen war, und endlich die Thalbecken, nach den zahlreichen Funden antiker Baureste zu schliessen, intensiv besiedelt und Zeugen einer hohen Cultur gewesen sein mussten.

Diese sichergestellte Thatsache setzt aber die Fruchtbarkeit und Erträgnisfähigkeit der bewohnten Gebiete voraus. Am Rande überschwemmter und versumpfter Thalböden konnten wohl einzelne Raststationen an den Strassen und zu deren Sicherheit erbaute Befestigungen, nimmermehr aber zahlreiche Ansiedlungen mit Tempeln und Bädern entstehen, deren Bewohnern, rings vom Gebirge eingeschlossen, ohne Urbarkeit der Thalgründe, nur ein kümmerliches Dasein beschieden war. Ein Jahrtausend später finden wir wieder eine Epoche, in welcher die Hercegovina dicht bevölkert gewesen sein musste. Diesmal sind es die überaus zahlreich vorkommenden, 2—3 m^3 grossen Monolite der altchristlichen bosnischen Grabsteine, die sehr häufig aufgefundenen Überreste von Cisternen, welche uns zu den obigem Schlusse berechtigen.

Während aber die antiken Culturreste zumeist in den Niederungen sich vorfinden, werden die dem frühen Mittelalter angehörigen Zeugen der zweiten Epoche ebenso häufig in den Thälern wie auf den Weiden der Hochgebirge angetroffen und berechtigen zur vorangegebenen Vermuthung.

Dem bosnisch-hercegovinischen Volke ist ein lebhafter historischer Sinn eigen, der sich nicht auf geschriebene Geschichtswerke stützt, sondern aus der Überlieferung von Geschlecht zu Geschlecht und aus den Liedern der Sänger seine Nahrung schöpft.

In der Tradition des Volkes lebt auch die Sage von einstiger Blüte des Landes.

*) Ballif, Römerstrassen in Bosnien und der Hercegovina.

Nur ein gründliches Studium der Verhältnisse konnte die von so Vielen getheilten Zweifel an dieser sagenhaften Herrlichkeit verschwundener Zeiten bannen, mit welcher das zur Zeit der Occupation vorgefundene Elend und der Verfall im grellsten Contraste stand.

Die Vorkehrungen, welche wir in Kürze den Lesern zu schildern Gelegenheit hatten, bieten die physische Möglichkeit zur Anbahnung neuer prosperirender Thätigkeit.

Eine grosse Reihe anderweitiger administrativer Massnahmen hat dazu beigetragen, dass sich in den verflossenen 15 Jahren das Culturbild total änderte. Das geflügelte Wort von der „steinreichen Hercegovina“ besitzt gegenwärtig mehr als eine bloss sarkastische Bedeutung.

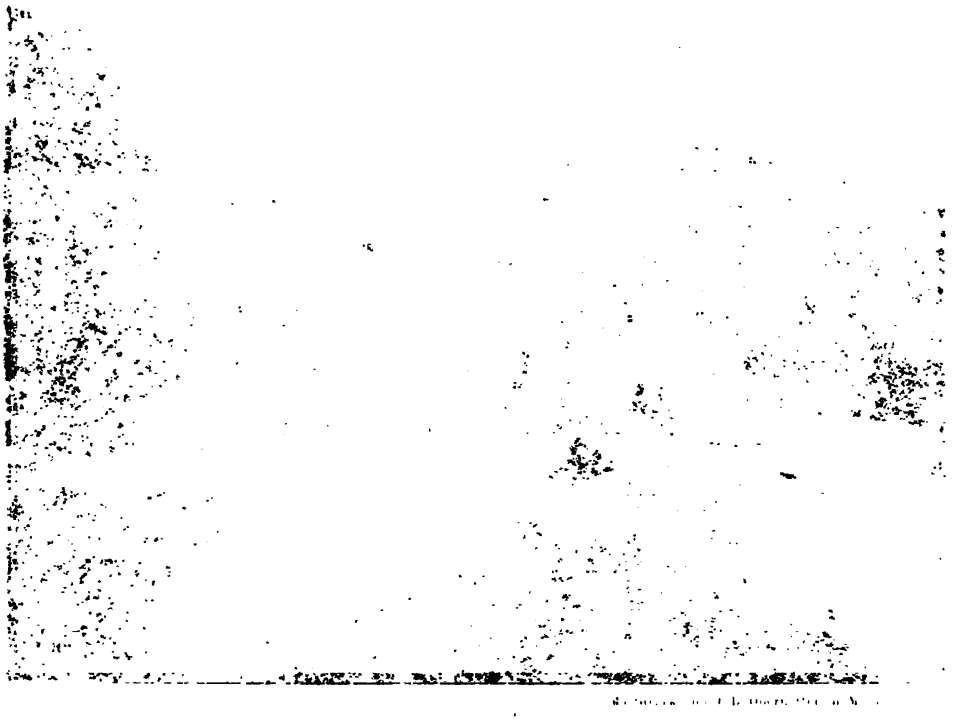
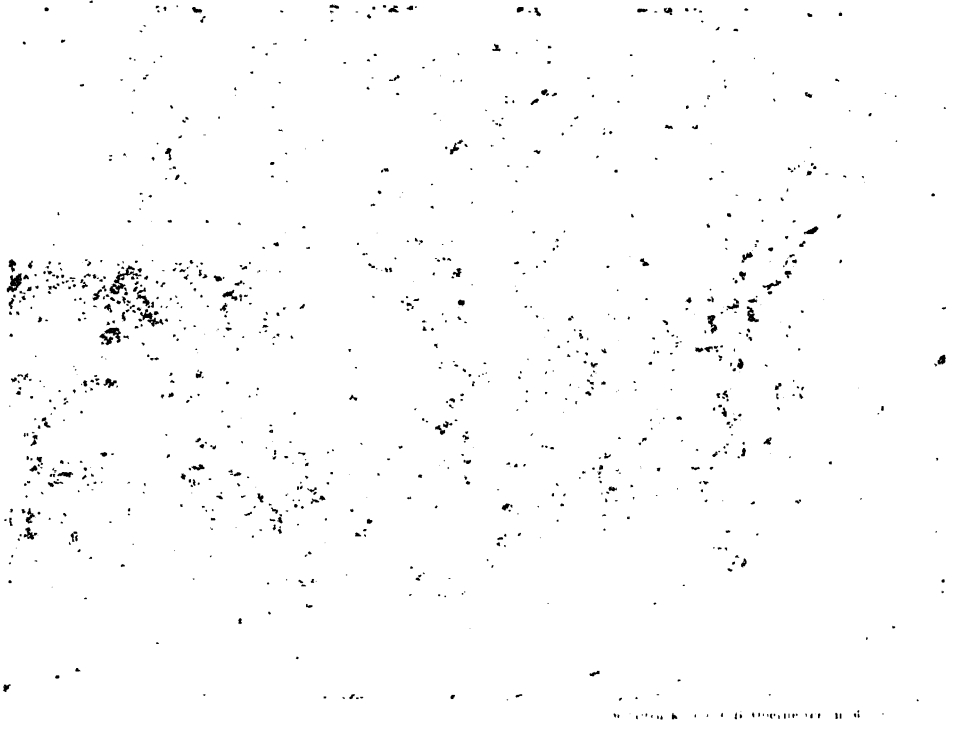


Fig. 1. Ponor bei Čepražlje im Livanjskopolje.



Veliki ponor bei Čavi im Livanjskopolje.

[illegible] konnte die von so Vielen getheilten [illegible] Zeiten bannen, mit welcher [illegible] der Verfall im grellsten Con-

[illegible] Lesern zu schildern Gelegenheit [illegible] sperirender Thätigkeit. [illegible] hat dazu beigetragen, [illegible] nderte. Das geflügelte [illegible] ehr als eine bloss sar-

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 1. Ponor bei Čaprazlije im Livanjskopolje.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 2. Kameniti ponor bei Čaić im Livanjskopolje.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 1. Bunaquelle bei Blagaj.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München

Fig. 2. Ärarische Weinbauschule bei Mostar.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 1. Verbauung des Veliki ponor bei Čaić.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

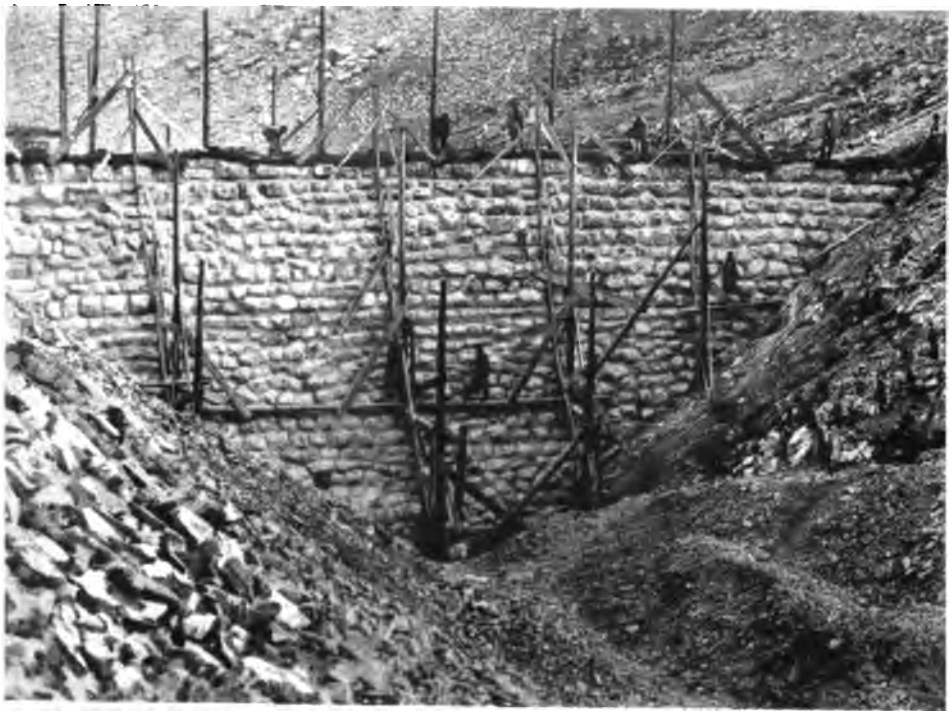
Fig. 2. Ärarische landwirtschaftliche Musterstation in Livno.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 1. Verbauung des Veliki ponor bei Čaić.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 2. Ärarische landwirtschaftliche Musterstation in Livno.



Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 1. Reservoirmauer bei Kline.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

Fig. 2. Ärarische landwirtschaftliche Musterstation in Gacko.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

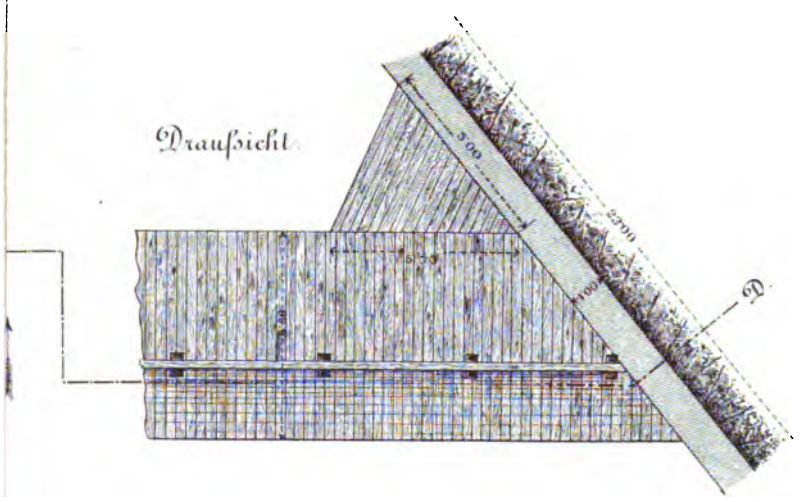
Fig. 1. Tihaljinaquelle.

Mattdruck von J. B. Obernetter in München.

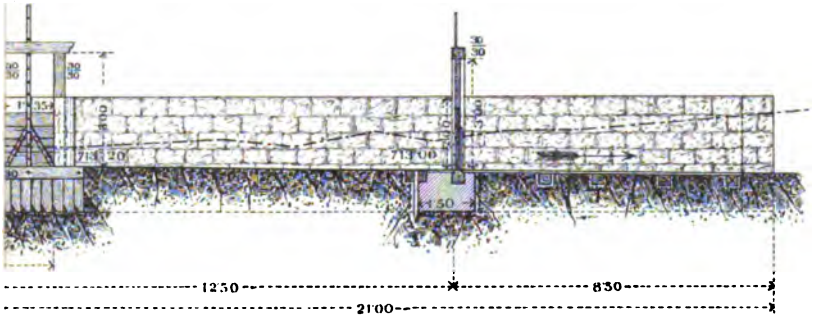
Fig. 2. Alte Mladebrücke bei Šiljezi.

Heliogravure von J. Blechinger in Wien.

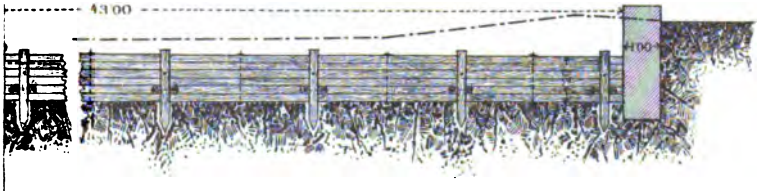
Ansicht einer Cisterne.



Ansicht und Schnitt A B.



ıtt C D.



0 20 Meter

Kotovac

6,7,8.

Fig. 6. Schnitt C. D. durch die Vorschleusse mit Ansicht der Sandfluderschleusse und des Grundwehres (Vide Fig. 7)

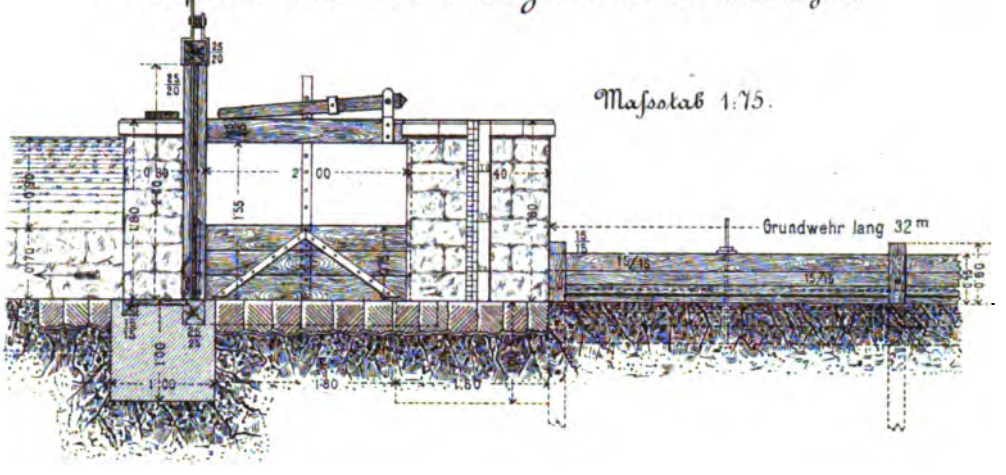


Fig. 5. Situation.

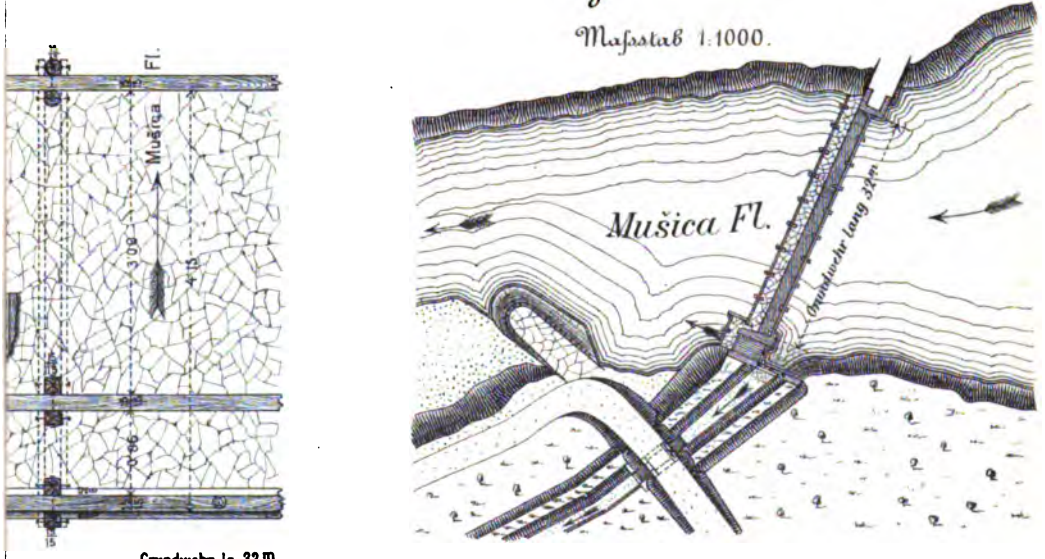
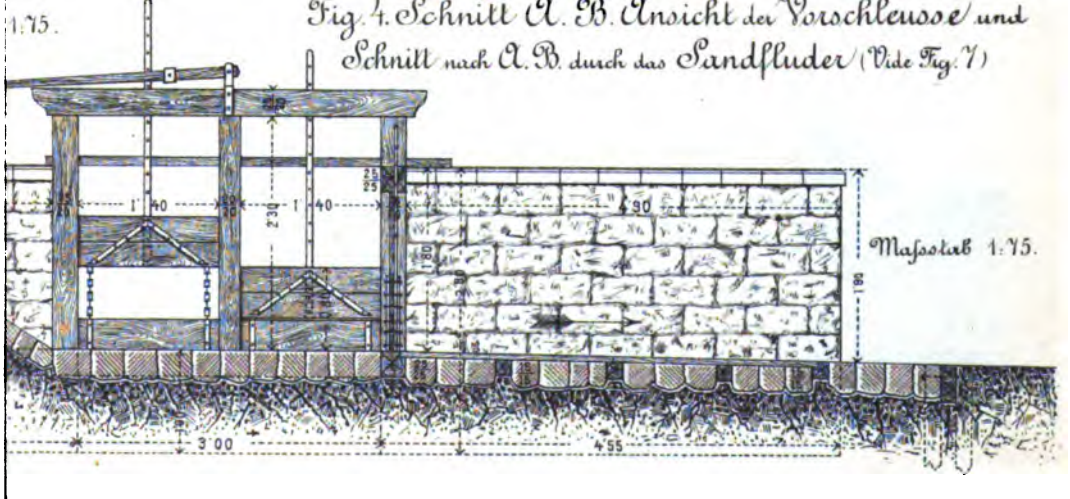


Fig. 4. Schnitt A. B. Ansicht der Vorschleusse und Schnitt nach A. B. durch das Sandfluder (Vide Fig. 7)



Kotovac
6,7,8.

Fig. 6. Schnitt C. D. durch die Vorschleusse mit Ansicht der Sandfluderschleusse und des Grundwehres (Vide Fig. 7)

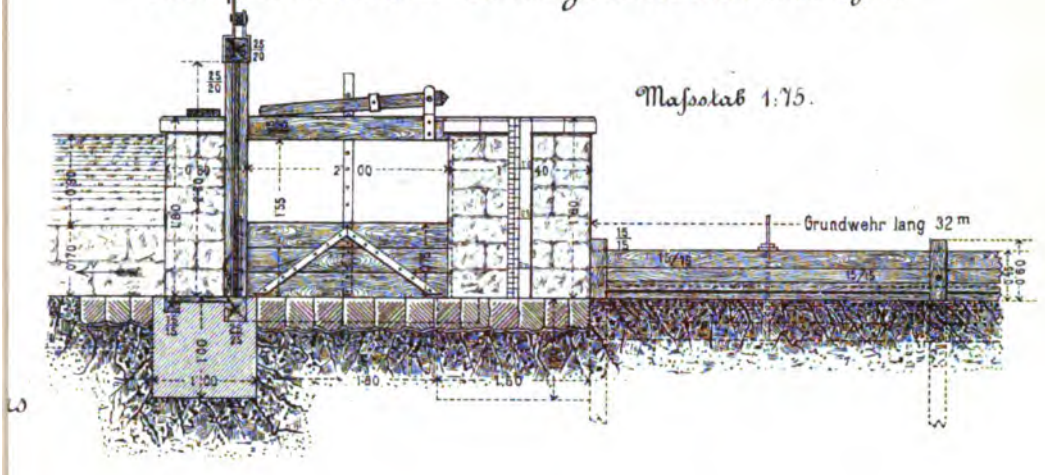


Fig. 5. Situation.

Maßstab 1:1000.

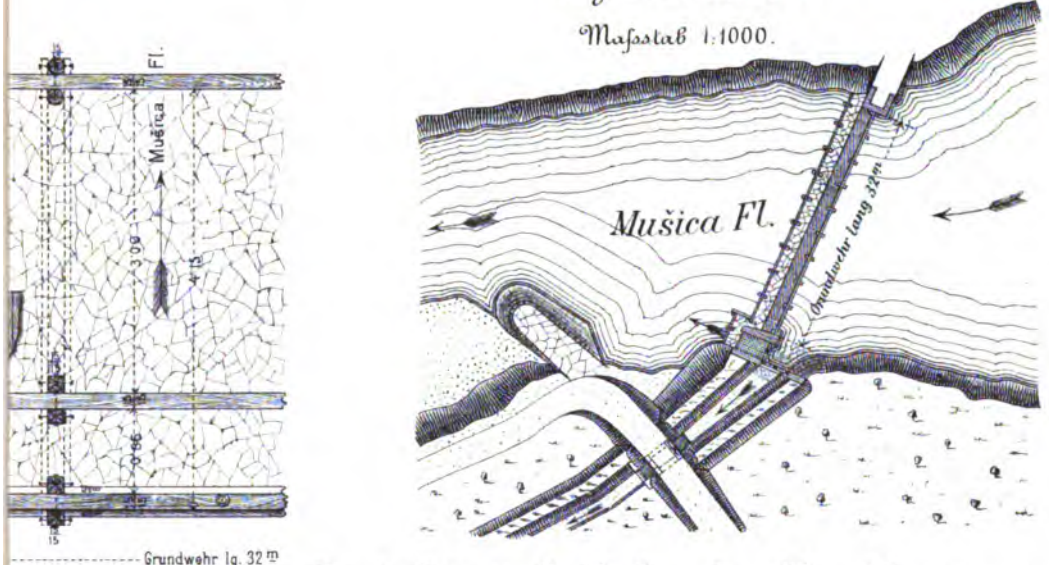
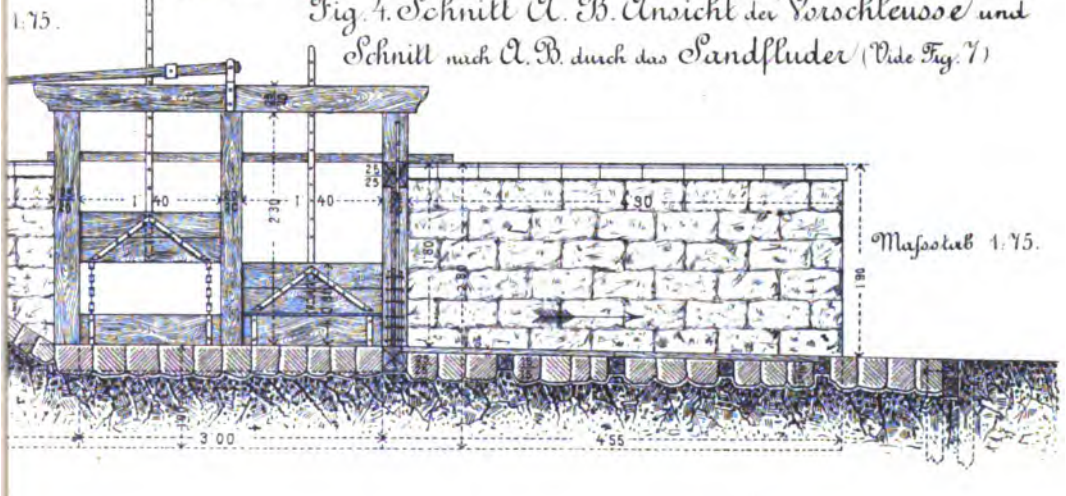


Fig. 4. Schnitt A. B. Ansicht der Vorschleusse und Schnitt nach A. B. durch das Sandfluder (Vide Fig. 7)



Einlasschleusse am Wehre bei Avlovac

Figuren 6, 7, 8.

Fig. 6. Draufsicht.

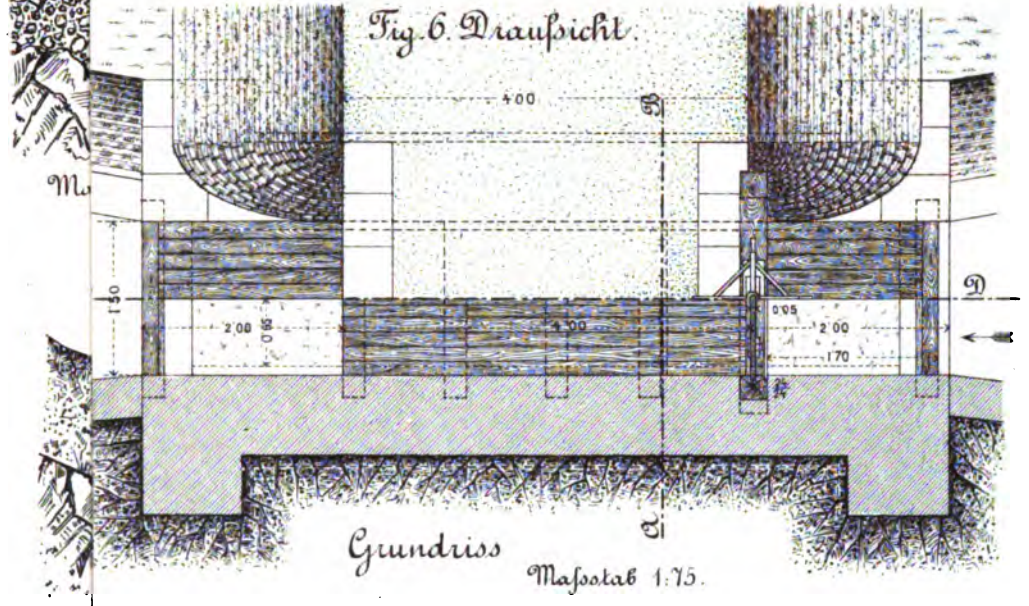
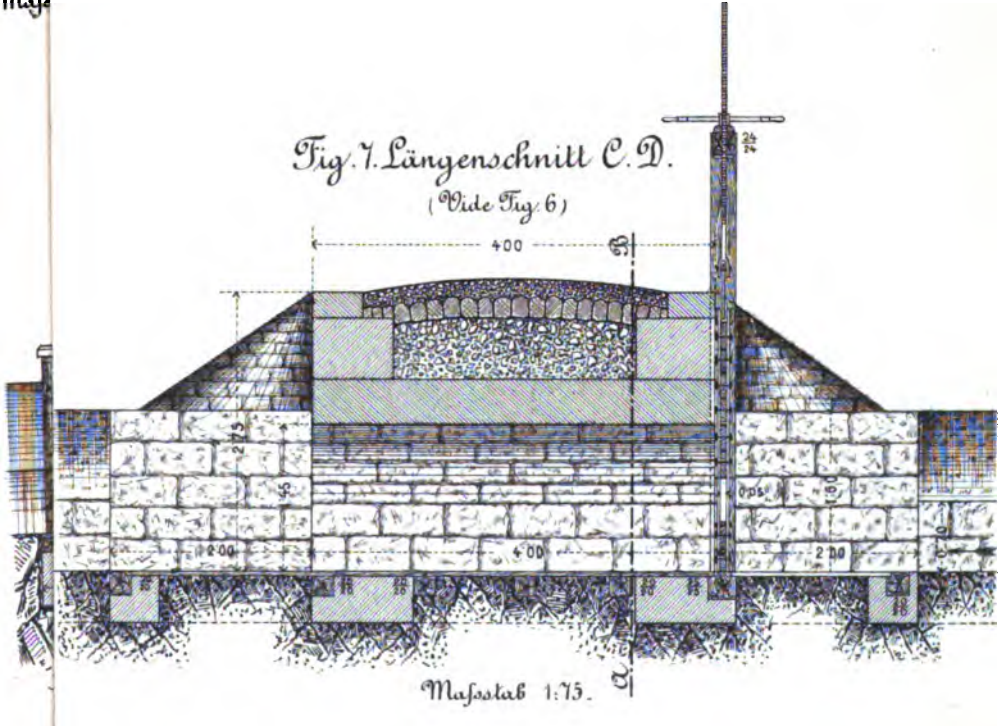


Fig. 7. Längenschnitt C. D.

(Vide Fig. 6)



Tafel XX.

Fig. 3. Schnitt C. D (Vide Fig. 2.)

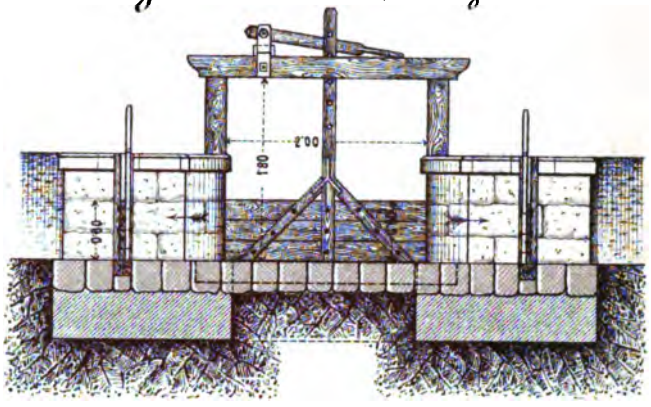


Fig. 5. Situation.

Maßstab - 1:1000.

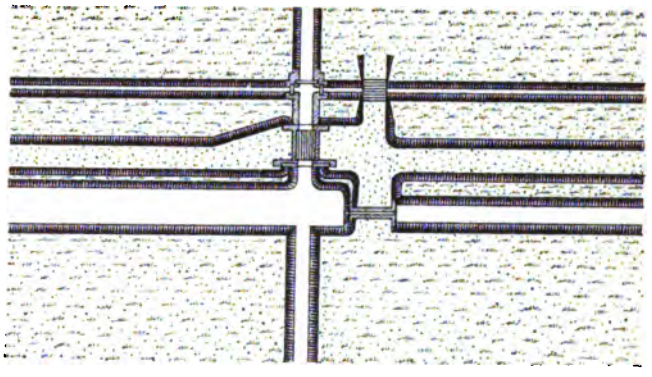
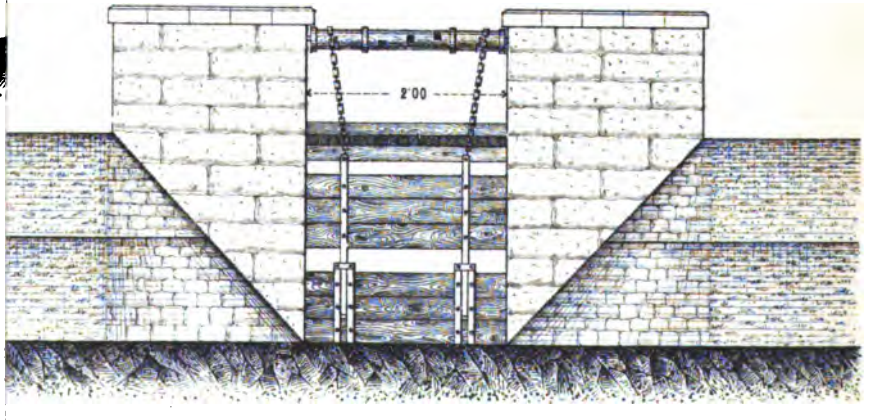
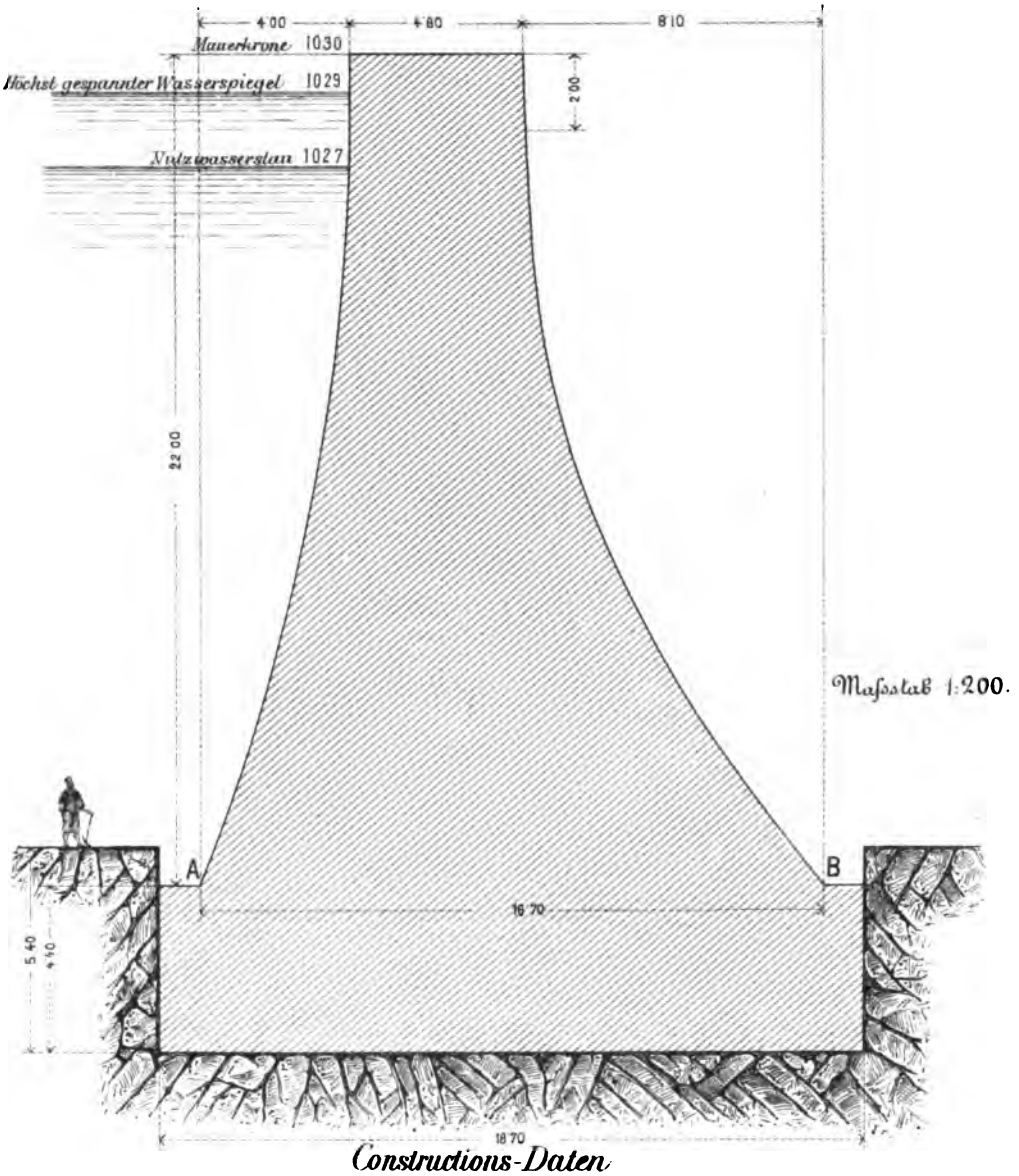


Fig. 4. Vorder Ansicht (Vide Fig. 1. u. 2.)



Tafel XXI.

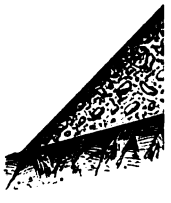
Fig. 2. Querschnitt der Reservoir-Mauer.



Constructions-Daten

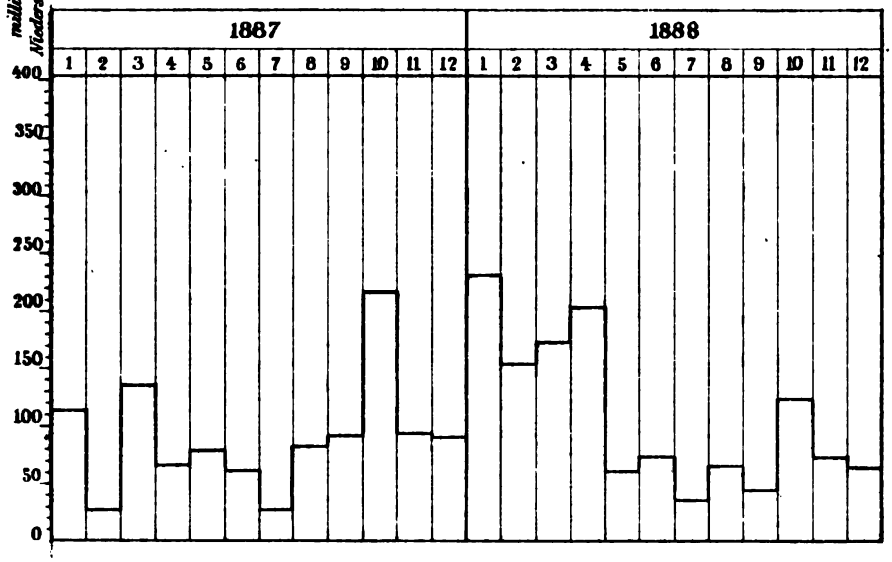
Spezif. Gewicht des Wassers angenommen mit			1·1 T
Spezif. Gewicht des Mauerwerkes			2·4 T
Wassertiefe bei maximaler Spannung			21·0 m
Gewicht der Mauer ohne Fundament	auf 1m Länge		431·28 T
dto " " mit "			565·92 T
Volumen der Mauer ohne Fundament			179·7 m³
dto " " mit "			235·8 m³
Stabilitäts Sicherheitsgrad			5·5
Horizontale Componente des Wasserdruckes			242·55 T
Vertikale " " "			60·18 T
Resultante aus diesen und dem Mauergewicht			532·5 T
dto auf den Baugrund wirkend			675·0 T
Inanspruchnahme des Mauerwerks an der Basis AB in Kg. pro cm²	maximale	bei gefülltem Reservoir	4·69 kg
	minimale		1·20 kg
	mittlere		2·94 kg
Inanspruchnahme des Baugrundes in Kg. pro cm²	maximale		5·60 kg
	minimale		1·10 kg
	mittlere		3·35 kg
Inanspruchnahme des Mauerwerks an der Basis AB in Kg. pro cm²	maximale	bei leerem Reservoir	3·66 kg
	minimale		1·36 kg
	mittlere		2·52 kg

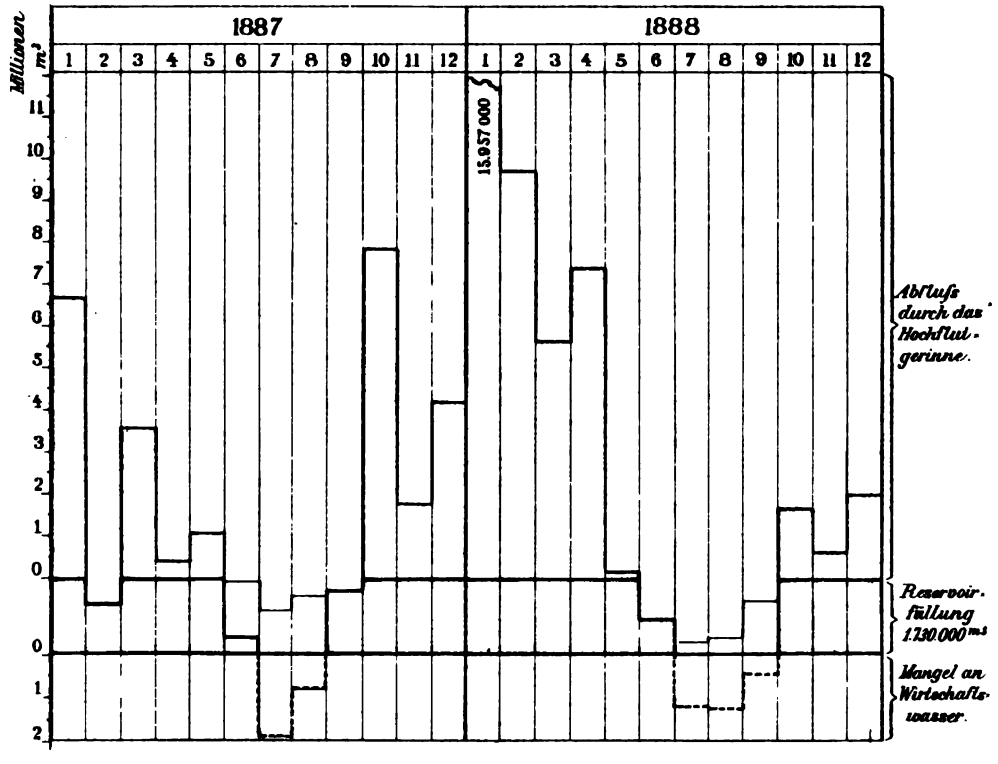
Fig. 1 Vord



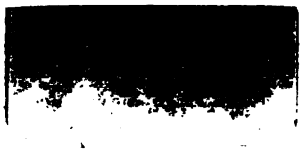
Seehöhe 960 m

Tafel XXIII.

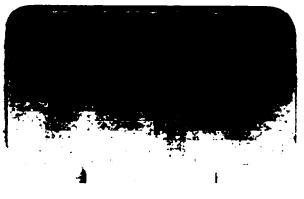




rmengen wurden als Abflusscoeficienten
ıne deuten die oberhalb der Reservoirfüllung
:e, die unterhalb der Reservoirfüllung aufgetra„
lswasser, beide meßbar nach den seitlich
hme von 0·5 sec: mtr;³ oder der derselben
ıusgedrückt Der monatliche Bedarf an
Bedarf für 876 hectar à 0·5 sec: liter 1.135.296 m³



JAN 29 '58 H



Eng 1078.96
Wasserbauten in Bosnien und der Her
Cabot Science 003950391
3 2044 091 875 658